

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

GRAYCE KELLY ALVES SANTOS LIMA

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS RICOS EM CONTEXTO:
ANÁLISE DE UM GRUPO COLABORATIVO

São Cristóvão - SE
2016.

GRAYCE KELLY ALVES SANTOS LIMA

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS RICOS EM CONTEXTO:
ANÁLISE DE UM GRUPO COLABORATIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Celso José Viana Barbosa

São Cristóvão - SE
2016.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

L732r Lima, Grayce Kelly Alves Santos
Resolução de problemas ricos em contexto : análise de um grupo colaborativo / Grayce Kelly Alves Santos Lima ; orientador Celso José Viana Barbosa. - São Cristóvão, 2016.
155 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, 2016.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Aprendizagem baseada em problemas. 3. Educação cooperativa. 4. Estudos em grupo. I. Barbosa, Celso José Viana, orient. II. Título.

CDU 37.091.33:51



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA - NPGEICIMA



**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS RICOS EM CONTEXTO: ANÁLISE DE
UM GRUPO COLABORATIVO**

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 30 DE MAIO DE 2016

Celso J. Viana Barbosa

Prof. Dr. CELSO JOSÉ VIANA BARBOSA

Tiago Nery Ribeiro

Prof. Dr. TIAGO NERY RIBEIRO

Erivanildo Lopes da Silva

Prof. Dr. ERIVANILDO LOPES DA SILVA

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo presente da vida, por ser luz em meu caminho, por sempre me dar forças, sabedoria e paciência para conseguir realizar meus objetivos.

Aos meus familiares, em especial, a minha mãe Maria José, ao meu pai Moisés e aos meus irmãos Ingrid e Mateus que sempre me incentivaram e proporcionaram condições para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu esposo Thyers, por toda paciência e compreensão que me dispensou e por todo o companheirismo nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador, Profº Drº Celso José Viana Barbosa, pelo auxílio na construção da pesquisa, criticando, avaliando, conduzindo e sugerindo. Agradeço, por sua paciência, confiança e empenho com que conduziu a orientação desta pesquisa.

Aos colegas do PPGECIMA, que fizeram parte dessa jornada pela convivência e troca de experiências, participando ativamente de meu aprendizado.

À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE), pela bolsa concedida.

Enfim, a todos os amigos com os quais pude compartilhar, durante o período do mestrado, diversos momentos e que de forma direta ou indireta contribuíram de alguma maneira com a construção desse trabalho.

“Ninguém nega o valor da educação e que um bom professor é imprescindível. Mas, ainda que desejem bons professores para seus filhos, poucos pais desejam que seus filhos sejam professores. Isso nos mostra o reconhecimento que o trabalho de educar é duro, difícil e necessário, mas que permitimos que esses profissionais continuem sendo desvalorizados. Apesar de mal remunerados, com baixo prestígio social e responsabilizados pelo fracasso da educação, grande parte resiste e continua apaixonada pelo seu trabalho. A data é um convite para que todos, pais, alunos, sociedade, repensemos nossos papéis e nossas atitudes, pois com elas demonstramos o compromisso com a educação que queremos. Aos professores, fica o convite para que não descuidem de sua missão de educar, nem desanimem diante dos desafios, nem deixem de educar as pessoas para serem “águias” e não apenas “galinhas”. Pois, se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda”.

Paulo Freire

LIMA, G. K. A. S. **Resolução de Problemas Ricos em Contexto: análise de um grupo colaborativo**. 2016. 155f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2016.

RESUMO

A interação dentro da sala de aula é uma das principais variáveis no processo de ensino e aprendizagem, mas essas interações entre alunos e professores geralmente não ocorrem nas metodologias adotadas pela maioria dos docentes de física. Além disso, o ensino de física e a sua avaliação encontram-se ancorados a técnicas matemáticas sem qualquer ligação com o cotidiano do aluno. Dessa forma, o aluno apenas memoriza as “fórmulas”, sem buscar relações com conceitos já aprendidos pelos mesmos, provocando uma aprendizagem sem significado. Assim, acreditamos que a interação social atrelada com a atividade colaborativa possa dar significado ao processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os alunos constroem seus conhecimentos interagindo coletivamente. De tal modo, o objetivo principal dessa pesquisa é saber quais as percepções dos alunos acerca dos Problemas Ricos em Contexto, que é um tipo de metodologia de ensino colaborativo no Ensino Superior, bem como seus comportamentos enquanto grupo colaborativo em uma disciplina de Física B na Universidade Federal de Sergipe. No total participaram 15 estudantes e os dados foram recolhidos através de observação não participante e entrevista semiestruturada em grupo, realizadas em dois grupos, além de um inquérito por questionário aplicado a todos os alunos da disciplina. Os resultados com relação aos papéis desempenhados por cada membro dos grupos revelaram que em alguns momentos os alunos não conseguiram exercer seus papéis com eficácia, mas por outro lado observamos que eles colaboraram no desenvolvimento das atividades. Além disso, os alunos relataram que na Aprendizagem Colaborativa eles aprenderam com os próprios colegas de classe e com relação aos Problemas Ricos em Contextos, verificamos que os alunos compreenderam os benefícios dessa atividade e não viram essa tarefa como uma forma de diminuir a quantidade de atividade de cada aluno.

Palavras-chave: Aprendizagem Colaborativa, Problemas Ricos em Contexto, Ensino de Física.

LIMA, G. K. A. S. **Resolução de Problemas Ricos em Contexto: análise de um grupo colaborativo**. 2016. 00f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2016.

ABSTRACT

The interaction within the classroom is one of the key variables in the process of teaching and learning, but these interactions between students and teachers usually do not occur in the methodologies adopted by most physics teachers. In addition, physical education and their evaluation are anchored to mathematical techniques without any connection to the everyday student. Thus, the student only memorizes the "formulas", without seeking relationships with concepts already learned by them, causing learning meaningless. Thus, we believe that social interaction linked to the collaborative activity can give meaning to the process of teaching and learning, as students build their knowledge by interacting collectively. In this way, the main objective of this research is to know the perceptions of students about the Rich Issues in Context, which is a type of collaborative teaching methodology in higher education, as well as their behavior while collaborative group in a discipline of Physics B in Federal University of Sergipe. In total, 15 students participated, the data were collected through non-participant observation and semi-structured group interview, conducted in two groups, and a survey applied to all students in the discipline. The results regarding the roles of each member of the group revealed that at times the students failed to perform their roles effectively, but then we noticed that they cooperated in the development of activities. In addition, students reported that in collaborative learning they learn from their classmates and with respect to Rich Problems in Contexts, we found that students understand the benefits of this activity and do not see this task as a way to decrease the amount of activity of each student.

Keywords: Collaborative Learning, Rich Problems in Context, Physics Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Algumas vantagens da aplicação da aprendizagem colaborativa.....	36
Figura 2: Resumo da Instrução por Colegas.....	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Diferenças existentes entre as aprendizagens colaborativa e cooperativa.....	42
Quadro 2: Exemplo de um Problema Rico em Contexto utilizado numa disciplina de Física Básica.....	53
Quadro 3: Quadro geral de resolução de problemas.....	57
Quadro 4: Competente quadro de resolução de problemas com cálculos matemáticos.....	59
Quadro 5: Perguntas e alternativas das questões 1 e 3 do questionário aplicado aos alunos.....	100
Quadro 6: Perguntas e alternativas das questões 6 e 7 do questionário aplicado aos alunos.....	101
Quadro 7: Pergunta e alternativas da questão 9 do questionário aplicado aos alunos.....	102
Quadro 8: Pergunta e alternativas da questão 10 do questionário aplicado aos alunos.....	103
Quadro 9: Pergunta e alternativas da questão 11 do questionário aplicado aos alunos.....	104
Quadro 10: Pergunta e alternativas da questão 13 do questionário aplicado aos alunos.....	104
Quadro 11: Pergunta da questão 14 do questionário aplicado aos alunos.....	105

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Quantidade de alunos por alternativas referentes às questões 1 e 3.....	100
Gráfico 2: Quantidade de alunos por alternativas referentes às questões 6 e 7.....	101
Gráfico 3: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 9.....	102
Gráfico 4: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 10.....	103
Gráfico 5: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 11.....	104
Gráfico 6: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 13.....	105
Gráfico 7: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 14.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Funções e responsabilidades de cada papel com alguns exemplos.....	49
Tabela 2: Funções e responsabilidades de cada papel após análise.....	65
Tabela 3: Códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio.....	68
Tabela 4: Tipos de raciocínio.....	71
Tabela 5: Papéis e funções que cada membro do grupo colaborativo está desempenhando em cada momento na resolução do problema 1.....	77
Tabela 6: Características dos códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 1	80
Tabela 7: Características dos tipos de raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 1	82
Tabela 8: Papéis e funções que cada membro do grupo colaborativo está desempenhando em cada momento na resolução do problema 2.....	83
Tabela 9: Características dos códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 2	85
Tabela 10: Características dos tipos de raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 2	86
Tabela 11: Papéis e funções que cada membro do grupo colaborativo está desempenhando em cada momento na resolução do problema 3.....	88

Tabela 12: Características dos códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 390

Tabela 13: Características dos tipos de raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 392

Tabela 14: Frequência das categorias identificadas na questão 2.....97

Tabela 15: Frequência das categorias identificadas na questão 4.....97

Tabela 16: Frequência das categorias identificadas na questão 5.....98

Tabela 17: Frequência das categorias identificadas na questão 8.....98

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Questionário.....	115
Apêndice 2: Resolução do Problema Rico em Contexto 1.....	118
Apêndice 3: Resolução do Problema Rico em Contexto 2.....	122
Apêndice 4: Resolução do Problema Rico em Contexto 3.....	127

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Transcrição do problema 1.....	132
Anexo 2: Transcrição do problema 2.....	138
Anexo 3: Transcrição do problema 3.....	147

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
2.1 Interação social e Discurso.....	25
2.1.1 A teoria histórico-cultural de Vygotsky.....	27
2.2 Aprendizagem Colaborativa.....	33
2.3 Aprendizagem Colaborativa x Aprendizagem Cooperativa.....	39
3. PROBLEMAS RICOS EM CONTEXTO.....	44
3.1 Leis de instrução, Passos para o professor, Papéis dos alunos no grupo Colaborativo e Etapas da Resolução dos PRC.....	48
4. METODOLOGIA.....	62
4.1 Técnica e Instrumentos Utilizados.....	64
4.2 Universo da Pesquisa.....	72
5. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS.....	75
5.1 Dados relacionados ao Problema 1.....	76
5.1.1 Análise dos papéis desenvolvidos dentro do grupo.....	77
5.1.2 Análise dos raciocínios.....	79
5.1.2.1 Exibições de não raciocínio.....	79
5.1.2.2 Exibições de raciocínio.....	82
5.2 Dados relacionados ao Problema 2.....	83
5.2.1 Análise dos papéis desenvolvidos dentro do grupo.....	83
5.2.2 Análise dos raciocínios.....	85
5.2.2.1 Exibições de não raciocínio.....	85

5.2.2.2 Exibições de raciocínio.....	86
5.3 Dados relacionados ao Problema 3.....	87
5.3.1 Análise dos papéis desenvolvidos dentro do grupo.....	88
5.3.2 Análise dos raciocínios.....	90
5.3.2.1 Exibições de não raciocínio.....	90
5.3.2.2 Exibições de raciocínio.....	92
5.4 Análise da entrevista.....	93
5.4.1 Entrevista realizada com as três alunas mais assíduas dos grupos.....	93
5.5 Análise do questionário.....	96
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
REFERÊNCIAS.....	111
APÊNDICES.....	115
ANEXOS.....	131

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Em toda a minha trajetória na universidade, especificamente nos estágios supervisionados, o que mais me incomodou foi observar que, na concepção dos alunos, as disciplinas de exatas apresentam-se como detestáveis, especialmente a Física. Elas cristalizam-se como matérias com certo grau de dificuldade por conta da sua linguagem científica e uma prática de abstração constante, ou seja, elas resultam só o que existe no conceito e possuem alto grau de generalização que funciona apenas com noções.

Inseparável dessa percepção está a ideia de que as ciências da natureza e da Terra são inatingíveis e incompreensíveis. De tal modo, os indivíduos que estudam e aprendem essas matérias são rotulados como “nerds, loucos”, entre outras classificações que alegam a impossibilidade do aprendizado e entendimento das ciências exatas.

O professor deve superar esse estigma realizando ações para mostrar que os atributos da disciplina de Física fazem correspondência a uma tarefa de entendimento macro e microscópica dos comportamentos naturais e gerais do meio em que vivemos. Entretanto, mesmo expondo as características e os fatos que fundamentam a proposta científica das ciências e apesar da variedade de metodologias de ensino descritas na literatura na última década, as aulas de Física são frequentemente ligadas ao uso de algoritmos matemáticos, ou simplesmente “fórmulas” que são memorizadas pelos alunos. De tal modo, o estigma predomina e a ausência do entendimento e da aprendizagem da Física é encontrada na maioria das salas de aula.

Essa opinião dos estudantes nos remete a buscar esclarecimentos e sinais de entendimento dos motivos pelos quais os alunos consideram a Física como algo difícil de ser compreendido. Assim, alguns dos fatores que consideramos cruciais para esse problema são:

- O ensino da Física não apresenta significado para os alunos;
- O aluno é um estranho no processo de ensino e aprendizagem;
- O eixo central no ensino é o professor;
- O ensino não se fundamenta no processo de construção do conhecimento;

- A interação entre os sujeitos da aprendizagem é um instrumento controlado pelo professor;
- A atividade realizada em grupo, quando ocorre, é puramente cooperativa;
- A aprendizagem dos alunos é responsabilidade apenas do professor.

Uma das variáveis no processo de ensino e aprendizagem é a interação dentro da sala de aula, bem como em todo o ambiente de ensino, ela se manifesta na organização disciplinar do espaço escolar. Entretanto, as interações entre alunos e professores normalmente não ocorrem nas metodologias tradicionais (FLANDERS, 1970).

Estamos num período em que o processo de ensino e aprendizagem não se baseia apenas nos recursos usuais como quadro e giz, mas também em recursos tecnológicos que ajudam o professor a superar a caracterização de um ensino descontextualizado e distante da realidade do aluno. Porém, mesmo tentando desenvolver uma didática que envolva uma nova maneira de ensinar, a maioria dos professores tem um posicionamento individualista na sala de aula e isso acaba se tornando uma barreira para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Isso se mostra claro dentro da sala de aula, quando para ministrar a aula o professor organiza os alunos geralmente em filas para que eles façam suas atividades individualmente, e o professor possa ter um falso domínio de quem está aprendendo ou não. Nesse sentido, o problema para o desenvolvimento do indivíduo não se constitui na forma tradicional de administrar o processo de ensino e aprendizagem, mas na própria postura do professor.

Na perspectiva de transformação desse paradigma, que a realidade escolar vive, é que se fundamenta a interação. O discurso em sala de aula produz um caráter de coletividade para o ensino em que a didática do professor apresenta uma atuação sólida, efetiva e coletiva entre os principais participantes do processo de ensino e aprendizagem. Essa proposta de ensino conduz o aluno a construir sua estrutura cognitiva, fornecendo oportunidades para o aluno argumentar e exercitar suas percepções, ao invés de impor-lhes suas opiniões fornecendo-lhes respostas prontas e definitivas, transmitindo uma concepção fechada da ciência (CARVALHO, 2004).

O diálogo na sala de aula sempre terá uma ampla ênfase no setor de ensino e acredita-se que a aprendizagem dos alunos acontece principalmente através dele. O professor deve ter consciência da importância desse diálogo nas aulas de física, e saber explorar as interações, empregando situações que possibilitem aos estudantes compartilharem opiniões diversas e experiências entre eles, para que os alunos tornem-se seres humanos críticos e questionadores, tornando-os educandos sempre ativos nas aulas. Quebrando assim, o tédio das aulas de física

que são frequentemente vinculadas à utilização de técnicas matemáticas e fórmulas (SCHRAM e CARVALHO, 2007).

Sendo assim, todos os professores devem estar motivados em busca de novas estratégias e subsídios que movimentem menos a memória e mobilizem mais o raciocínio e outras aptidões cognitivas, assim como, reforçar a interação entre os alunos para que aconteça uma permanente negociação de significados dos conteúdos propostos, de maneira a fornecer formas coletivas de construção do conhecimento (BRASIL, 2000). Uma das técnicas de ensino que fornecem essas características é a aprendizagem colaborativa.

É essencial considerar a atividade em equipe ou em grupo como uma técnica que vai além da simples realização de trabalho entre os sujeitos; pois, trabalhar com grupos de alunos em sala de aula é uma ação que se expressa colaborativamente e cooperativamente. A cada participante do grupo é dada uma função, partilhando a proposta de atividade coletiva. Utilizar as atividades em grupo como método de ensino representa considerá-las como uma construção de conhecimento em conjunto, em que o professor não é o principal responsável pela aprendizagem do aluno, e sim o aluno, que torna-se responsável pelo seu próprio aprendizado e dos colegas, assimilando o significado da palavra colaboração em todo o processo de ensino e aprendizagem.

De tal modo, acreditamos que a interação social, juntamente com a atividade colaborativa, é uma ferramenta metodológica que apresenta significado no processo de ensino e aprendizagem e atribui uma importância necessária à formação de um indivíduo autônomo, já que os aprendizes elaboram seus conhecimentos em conjunto, interagindo coletivamente com as relações sociais em sala de aula.

Assim, uma das finalidades desta pesquisa corresponde à proposta de ensino-aprendizagem estar interligado diretamente à atividade em grupo como centro de todo o processo. A partir dessa conexão entre a configuração coletiva e o ambiente de aprendizagem, buscam-se os elementos necessários para constituir uma interação social como ancoragem para uma aprendizagem que tenha significado para o aluno, bem como, corresponsabilidade da aprendizagem de seus colegas de grupo.

Deste modo, trabalhar a aprendizagem colaborativa, especificamente atrelada à interação social, significa considerar o aluno como o protagonista de seu desenvolvimento cognitivo; pois, a aprendizagem colaborativa pondera a relação entre os aprendizes o fator principal para o desenvolvimento dos indivíduos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Sendo a colaboração um elemento crucial do processo de aprendizagem, consideramos pertinente aprofundar este tema com o intuito de ouvirmos as vozes dos estudantes e analisarmos as suas percepções acerca dos Problemas Ricos em Contexto que é um tipo de metodologia de ensino colaborativo no Ensino Superior. A problemática do estudo remeteu-nos para a seguinte questão de investigação: Quais as concepções dos alunos sobre a utilização dos Problemas Ricos em Contexto?

Sendo assim, buscando responder a essa pergunta, neste trabalho tivemos por objetivo geral saber quais as percepções dos alunos acerca dos Problemas Ricos em Contexto, bem como seus comportamentos enquanto grupo colaborativo. Nesse sentido, a pesquisa que desenvolvemos teve como objetivos específicos:

- Identificar as vantagens e desvantagens dos Problemas Ricos em Contexto identificadas pelos estudantes ao utilizá-los;
- Identificar as principais dificuldades sentidas pelos alunos em relação à aplicação da metodologia dos Problemas Ricos em Contexto;
- Verificar as representações sociais dos alunos a respeito da aprendizagem colaborativa;
- Outra questão enfoca-se na concepção dos alunos sobre a contribuição da metodologia dos Problemas Ricos em Contexto na aprendizagem.
- Analisar os diálogos dos estudantes enquanto resolvem problemas em grupo.

Essas são as interrogações que procuramos solucionar, ou pelo menos nos direcionar a um ensino da Física mais acessível, aproximando-a da realidade do aluno. Já que, de acordo com a temática proposta, os objetivos de investigação revelam-se num guia condutor para o nosso trabalho, pois estes almejam “clarificar um processo, iluminá-lo, explicitando o que se deseja fazer, o tipo de situações formativas a criar, o tipo de resultados a que se pretende chegar” (ZABALZA, 1994, p.81).

No entanto, para analisar um dos objetivos específicos, em que diz para identificar as principais dificuldades sentidas pelos alunos em relação à aplicação da metodologia dos Problemas Ricos em Contexto, será necessário fazer um levantamento na literatura das principais dificuldades dos estudantes em relação a alguns conceitos de Eletromagnetismo. Pois, a pesquisa foi realizada numa turma de Física B, em que os conceitos abordados nessa disciplina são sobre o Eletromagnetismo.

Um dos motivos pelos quais os alunos sentem dificuldades na resolução dos Problemas Ricos em Contexto aplicados nessa pesquisa pode ser que, os assuntos

relacionados ao eletromagnetismo não são muito fáceis de serem entendidos e aprendidos. Como mostram os trabalhos de Moreira e Pinto (2003) e Moreira e Krey (2006), em que eles relatam as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem das leis de Ampère e Gauss.

Segundo Moreira e Krey (2006), a lei de Gauss é introduzida nos cursos de física básica nas universidades como uma lei geral do eletromagnetismo. Porém, apesar das vantagens dessa lei na resolução de alguns problemas, é nela que surgem as dificuldades dos alunos ao estudar eletromagnetismo. Dessa forma, esses autores analisaram respostas de alunos de dois problemas e uma pergunta teórica com o objetivo de categorizar suas dificuldades. Da análise resultaram três categorias: **dificuldades na interpretação do significado físico da lei, dificuldades operacionais na utilização da lei e dificuldades conceituais**. Os autores enfatizam que há uma certa superposição nas categorias, mas elas refletem aspectos distintos, dessa maneira um mesmo aluno pode estar incluído em mais de uma categoria, portanto o somatório das porcentagens não foi 100%.

Com relação às categorias, Moreira e Krey (2006) relataram que a maioria dos alunos não entendem fisicamente a lei de Gauss e ao tentar descrevê-la eles explicam em forma de aspectos formais e operacionais, ou seja, explanam apenas com fórmulas sem qualquer ancoragem com o real significado da lei. Além de dizerem que a lei de Gauss é um método essencialmente para o cálculo do campo elétrico. Os sujeitos da aprendizagem (alunos) não constroem “um modelo mental de superfície gaussiana, um de carga líquida, um de fluxo elétrico e finalmente um modelo mental da própria lei de Gauss” (MOREIRA e KREY, p.357, 2006). Os alunos memorizam apenas imagens de superfícies gaussianas esféricas e cilíndricas, eles não desenvolvem um modelo em que as superfícies sejam além de cilíndricas e esféricas, superfícies cúbicas, ovais, etc. Essa é a principal dificuldade de aprendizagem dos alunos.

Em relação à definição de fluxo elétrico, os alunos também não conseguem imaginar o fluxo de um campo elétrico. Eles idealizam esse fluxo como um modelo mental já construído em sua estrutura cognitiva, que é a de fluxo de algo material como água, ar, elétrons, etc. Os alunos não conseguem de imediato construir um modelo mental de fluxo de algo imaginário como as linhas de campo e força (MOREIRA e KREY, 2006).

Além das dificuldades na lei de Gauss, encontramos autores que relataram em seu trabalho algumas dificuldades dos alunos universitários na aprendizagem da lei de Ampère, como por exemplo, a pesquisa de Moreira e Pinto (2003). Eles utilizaram quatro tipos de instrumentos para a coleta de dados: uma questão-chave, mapa conceitual feito pelos alunos, questões conceituais e problemas do livro didático. Com as respostas dos alunos, os autores

fizeram um levantamento dos erros mais frequentes dos alunos no que se refere à compreensão, interpretação, e aplicação da lei de Ampère, já que, o erro revela a dificuldade do aluno com algum conceito em questão.

Ao analisar as respostas, Moreira e Pinto (2003) perceberam que as dificuldades dos discentes tinham centros comuns, permitindo-os categorizar as dificuldades em três tópicos: **1) funcionalidade da lei de Ampère; 2) superfície amperiana; 3) lei de Ampère versus lei de Faraday.** Na primeira categoria, os alunos apresentaram dificuldades quanto ao entendimento conceitual da Lei de Ampère, no aspecto fenomenológico e não como um método. Os discentes tendem a ver na lei de Ampère somente uma forma mais fácil de calcular o módulo do campo magnético e sentem dificuldades em entender o fato de que uma corrente elétrica gera um campo magnético. O desenvolvimento desse conhecimento da lei de Ampère é fundamental para congrega a ele conceitos do tipo “campo magnético variável causa uma corrente elétrica induzida”, entre outros conceitos que são articulados ao eletromagnetismo. Outro fato importante é que, se os alunos não entendem bem a lei de Ampère, eles acabam tendo uma restrita aplicabilidade dessa lei, tornando-se difícil a aplicação da mesma para resolver problemas (MOREIRA e PINTO, 2003).

Com relação à segunda categoria, os autores relatam que a lei de Ampère e a lei de Gauss partilham de aspectos comuns, ambas envolvem o cálculo do módulo de campo, o magnético para a lei de Ampère e o elétrico para a lei de Gauss, e ambas utilizam uma figura geométrica que delimita espacialmente os pontos em que queremos obter o valor desse módulo. Na lei de Ampère, sabemos que o cálculo do campo magnético é realizado sobre uma linha chamada amperiana, entretanto, os pesquisadores observaram que a maioria dos alunos chamam a amperiana de superfície e não a tratam como linha. Dessa forma, os autores registraram que “é na tentativa de fazer uma analogia com a lei de Gauss (e, por conseguinte, com a superfície gaussiana)” (MOREIRA e PINTO, 2003, p. 320) que os alunos falam erroneamente em superfície amperiana, demonstrando suas dificuldades com a terminologia da lei de Ampère. Os discentes também sentem dificuldades em calcular e definir a linha amperiana (MOREIRA e PINTO, 2003).

Na terceira categoria Moreira e Pinto (2003) descreveram que muitos alunos confundem a lei de Ampère com a lei de Faraday. Os autores presumem que tal confusão é gerada em torno da palavra “variação”. Essa palavra tem um único sentido em relação à Lei de Faraday: campo magnético variável produz corrente elétrica, entretanto a maioria dos alunos acreditam que somente uma corrente variável pode gerar um campo magnético. Os

autores dizem ainda que o mesmo pode ser aplicado na dificuldade que os alunos têm em aprender corrente induzida, ao tratar de problemas sobre a Lei de Ampère. Assim percebemos que esse fato “é certamente não apenas uma questão gramatical, mas, mais do que isso, uma questão de definição de domínios quanto ao espectro conceitual de cada lei em questão” (MOREIRA e PINTO, p.324, 2003).

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Interação Social e Discurso

Atualmente, as pesquisas relacionadas à interação e comunicação entre aluno-aluno e aluno-professor, está ganhando uma grande relevância, visto que a maioria das práticas de ensino são desenvolvidas e constituídas por meio da interação social e atividades discursivas. Alguns autores como Mortimer & Scott (2003); Scott (1998) e Lemke (1997), ressaltam a necessidade e a importância de pesquisar sobre o discurso na sala de aula, esses autores pressupõe que a aprendizagem se desenvolve por meio da internalização de instrumentos culturais, justificando a importância de estudar como as interações e discussões são desenvolvidas no contexto social das salas de aulas de ciências.

O estudo do discurso em aulas de ciências mostra distinções relevantes na forma pela qual professores e alunos desenvolvem e constroem significados nas aulas de ciências, sendo que esses significados podem apresentar-se com menos ou mais frequências de interações entre alunos com diferentes pontos de vista. Isso mostra-se importante quando consideramos que a aprendizagem não é uma simples troca de concepções por conceitos científicos, mas sim, uma negociação de novos conceitos e significados.

Uma das razões para a importância do discurso nas salas de aula de ciências é que os conceitos, significados e ideias científicas são transformados e introduzidos a apropriação dos estudantes através da, e na, interação entre professores e alunos. Outra razão justifica-se por ser o diálogo o principal recurso do professor, até mesmo quando ele utiliza outros recursos usuais e tecnológicos.

Quando falamos de discurso e interação na sala de aula, não podemos deixar de falar do trabalho de Lemke (1997), ele é considerado um marco no estudo do discurso em aulas de ciências, como seu livro *“Aprender a hablar ciencia”* (Aprender a falar de ciências). Para o autor a aprendizagem em ciências é equivalente à aprendizagem de uma língua nova. Lemke mostra uma percepção geral da ciência, sustentando a ideia de que aprender ciência significa aprender a “falar ciência”. Ensinar, aprender e produzir ciência são processos sociais

realizados por comunidades de pessoas, sejam elas grandes ou pequenas como uma sala de aula. Os professores fazem parte de uma sociedade que raciocina e fala a linguagem da ciência. No entanto, os alunos não fazem parte dessa sociedade, pelo menos por um tempo. Geralmente, os docentes usam a linguagem científica para dar uma definição ou um sentido particular a um determinado assunto, o que não ocorre necessariamente com os discentes, que utilizam sua própria linguagem para dar significação àquele mesmo assunto. Lemke diz que, “esta é uma das razões pela qual comunicar ciência pode ser tão difícil” (LEMKE, 1997, p.13). Ele diz que as aulas de ciências são atividades sociais estabelecidas e construídas pela sociedade, e em seus trabalhos ele procura identificar padrões de diálogos dentro das salas de aula. Deste modo, o autor sugere que temos que aprender a observar o ensino de ciência como um processo social e introduzir os alunos dentro desta comunidade de pessoas que “fala ciência” (LEMKE, 1997).

Lemke, defende que a principal função do ensino de ciências deveria ser ensinar os alunos a usar a linguagem da ciência seguindo os padrões semânticos da mesma, porém de maneira flexível aos processos sociais da comunidade dos alunos.

Os professores deveriam usar pelo menos o diálogo “pergunta e resposta” e organizar mais tempo de classe para as perguntas dos alunos, relatórios individuais e de grupos confeccionados por eles, diálogos verdadeiros, discussão geral e trabalho em pequenos grupos. Os alunos devem escrever mais sobre ciência durante a aula, tendo sempre uma discussão oral dos temas. (LEMKE, 1997, p.180)

As técnicas de ensino de ciências têm dentro de seus objetivos fundamentais: a transferência dos significados absorvidos pela sociedade às futuras gerações e o desenvolvimento de capacidades cognitivas (BRASIL, 2000). Assim, a educação precisa formar indivíduos que saibam dialogar e aperfeiçoar suas limitações, para poder produzir soluções e encarar novos problemas.

As atividades realizadas em grupos de alunos são essenciais para a aprendizagem dos integrantes. A dinâmica do trabalho em grupo reflete-se na qualidade do discurso construído, visto que os alunos produzem enunciados mais coerentes e coesos. Além de estabelecer o fortalecimento de laços interpessoais, bem como proporcionar apoio efetivo para os participantes (FIGEIREDO, 2006).

Compartilhamos da intuição de que o pensamento e a aprendizagem de um sujeito podem ser aprofundados e reforçados, tornando-se mais robustos por se envolver em interações com outra(s) pessoa(s), mais especificamente, as interações que são centradas em situações que o aluno “conhecedor do conteúdo” é confrontado com outro estudante, e assim

possam alterar seus pensamentos e raciocínios. Ao adotar perspectivas alternativas, peça por peça, passo a passo, os alunos podem desafiar esses conteúdos, desenvolvê-los, considerando o que pode ser integrado, e assim por diante (SIONTI et al, 2011).

2.1.1 A teoria histórico-cultural de Vygotsky

A dependência do desenvolvimento cognitivo do indivíduo com o meio social está marcada na teoria do desenvolvimento cognitivo de Lev Vygotsky. Assim, o nosso referencial teórico também se fundamenta na interação social como uma das principais variáveis para o desenvolvimento cognitivo do aluno. De acordo com a teoria sociocultural de Vygotsky, o ser humano aprende por meio da interação com outros indivíduos. Segundo ele, a interação social é fundamental para o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos, uma vez que é mediadora desse processo (VYGOTSKY, 1994).

A formação do ser humano é influenciada por vários fatores essenciais no processo de aprendizagem e desenvolvimento, principalmente os fatores sociais. As interações são os principais agentes de uma aprendizagem, já que, os conceitos e informações constituídas do conhecimento são construídos através das interações dos indivíduos com o meio e com outras pessoas. Para Vygotsky (1994) o comportamento do homem é formado por características e condições biológicas e sociais do seu desenvolvimento. Desde o seu nascimento o ser humano pode ser considerado um indivíduo social em constante desenvolvimento, e todas as suas ocorrências acontecem porque existe outro ser social. Até quando não se utiliza da linguagem oral, o indivíduo pode estar interagindo com o ambiente onde vive. “Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre a história individual e a história social” (VYGOTSKY, 1994, p.40).

Desse modo, a aprendizagem não sucede isoladamente, as pessoas integrantes de um grupo social ao viver com outros indivíduos realizam trocas de conhecimentos, e dessa maneira constroem percepções e conhecimentos de acordo com seu crescimento psicológico.

Para Vygotsky:

A história do desenvolvimento das funções psicológicas superiores seria impossível sem um estudo de sua pré-história, de suas raízes biológicas, e de seu arranjo orgânico. As raízes do desenvolvimento de duas formas fundamentais, culturais, de comportamento, surge durante a infância: o uso de instrumentos e a fala humana. Isso, por si só, coloca a infância no centro da pré-história do desenvolvimento cultural (VYGOTSKY, 1994, p.61).

Dessa forma, observamos que a interação tem uma função essencial no desenvolvimento cognitivo. É a partir dela que se constituem os processos de aprendizagem entre diferentes pessoas e, conseqüentemente, o aperfeiçoamento das estruturas mentais. Assim, percebemos que as pessoas precisam estabelecer uma teia de relações com outros indivíduos para poder conhecer e aprender novos conceitos. Mas, ao realizar essa comunicação é necessário ressaltar que o conhecimento não está nas pessoas participantes, mas na interação entre elas. A interação social com outras pessoas torna-se altamente importante para os indivíduos participantes que se encontram no auge de seu desenvolvimento cognitivo, já que adquire a função de verificar as diferenças entre as suas competências e as dos outros indivíduos, para depois poder formular hipóteses e conhecimentos através dessa relação com o outro, adquirindo uma função intrapessoal além de seu uso interpessoal (VYGOTSKY, 1994).

A linguagem é um processo muito pessoal e ao mesmo tempo um processo intensamente social. Ao longo do desenvolvimento do homem, a fala é o comportamento de uso de signos mais importante. Por meio da fala, o homem supera os obstáculos imediatos de seu ambiente, preparando-se para uma futura tarefa; planejando, ordenando e controlando o seu comportamento e o do outro. Uma vez que o uso de signos é internalizado, a fala também opera na organização, unificação e integração de perfis de comportamento como a percepção, memória e solução de problemas.

A teoria histórico-cultural de Vygotsky fundamenta-se em quatro temas importantes para a sua abordagem: a mediação, a internalização do conhecimento, a zona de desenvolvimento proximal e a formação de conceitos.

Para Vygotsky (1994), a **mediação** é a fase do desenvolvimento do pensamento baseada na presença de estímulos e signos, é o processo de intervenção de um objeto intermediário numa relação, em que essa relação passa a ser mediada por esse objeto. A mediação pode ser um instrumento material, um sistema de símbolos ou um movimento de outra pessoa. Assim, a relação do indivíduo com o mundo não é uma relação direta e sim mediada, mas para estabelecer uma relação, não precisamos da presença física de uma outra pessoa, pois, é por meio dos signos e instrumentos, ou objetos mediadores, que essa relação acontece. Também é por meio das atividades mediadas socialmente que os processos mentais como memória lógica, atenção seletiva e pensamento verbal são originados.

Segundo Vygotsky (1994), através da assimilação das leis da natureza os seres humanos se adaptam a esse mundo e tentam controlar e dominar essas leis. Desse modo, essa

necessidade de domínio e controle levou os seres humanos a criarem instrumentos. A função do instrumento é a de

...servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza (VYGOTSKY, 1994, p.72).

Já o signo, conforme Vygotsky (1994) é “orientado internamente, ele constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo” (VYGOTSKY, 1994, p.73), ele age como um instrumento da atividade psicológica auxiliando o indivíduo nas atividades que exigem memória e atenção. As relações mediadas predominam sobre as relações diretas, no proceder do desenvolvimento do indivíduo. Pois, a mediação através dos instrumentos e signos causa mudanças externas, já que, cresce a possibilidade de intervenção da natureza.

O desenvolvimento desses processos mediadores começam e terminam de maneira individualizada, isso faz com que seja difícil ver a dimensão social nos processos mentais.

O começo biológico e o fim intrapsicológico do desenvolvimento de uma função mental lhe dão esta aparência de processo individual. No entanto, ela passa por um estágio em que se caracteriza como uma forma particular de colaboração social. Somente nos seus últimos estágios a função psicológica adquire essa forma individualizada, carregando internamente os aspectos simbólicos essenciais de sua estrutura prévia (LEONTIEV; LURIA e VYGOTSKY, 2001, p. 103).

Conforme a percepção de ser humano da teoria sociocultural o processo de desenvolvimento é fruto do processo de aprendizagem. “Esse processo de aprendizagem da cultura e de reprodução das aptidões humanas nela encarnadas é um processo socialmente mediado” (CARRARA, 2004, p. 138). Isso significa que as aptidões de cada indivíduo que estão cristalizados nos objetos de sua cultura não estão prontamente exibidas ou dadas nesses objetos, em outras palavras, o sujeito só conquista essas aptidões cristalizadas nos objetos quando ele aprende a executar a tarefa adequada para a qual o objeto foi produzido. Carrara (2004) dá um exemplo, ele diz que para nos apropriarmos de uma colher temos que primeiro aprender a utilizá-la de acordo com o seu uso social para o qual ela foi criada. Ele diz ainda que para isso,

...é necessária a mediação de um parceiro mais experiente que demonstre seu uso ou que instrua verbalmente a criança. Esse processo pode ser intencionalmente, ou seja, realizado quando o parceiro mais experiente tem a intenção explícita de ensinar, ou pode ser espontâneo, ou seja, realizado sem a intenção explícita de ensinar, como quando aprendemos a usar a colher observando alguém. De uma forma ou de outra, pela sua função, o processo

de apropriação é sempre um processo de educação (CARRARA, 2004, p. 138).

A **internalização** é fundamental para o desenvolvimento das funções mentais, além de comprovar a necessidade das relações sociais entre os sujeitos no desenvolvimento e construção do conhecimento. Assim, Vygotsky (1994) diz que a “internalização é a reconstrução interna de uma operação externa” (VYGOTSKY, 1994, p.74) e esse processo de internalização é composto por uma série de transformações. Uma delas diz que um “processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal” (VYGOTSKY, 1994, p.75), ou seja, qualquer função no desenvolvimento do indivíduo aparece duas vezes, primeiro no plano social entre pessoas num processo interpsicológico e depois no plano individual no interior do indivíduo num processo intrapsicológico. Desse modo, “todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos” (VYGOTSKY, 1994, p.75).

Outra transformação de internalização proposta por Vygotsky (1994) é que a mudança de um “processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento” (VYGOTSKY, 1994, p.75). No desenvolvimento de transformação, o processo continua existindo e mudando como uma forma de atividade externa, por um longo tempo, antes de internalizar-se definitivamente. Sendo assim, a internalização de configurações culturais e sociais de comportamento, compreende a transformação da atividade psicológica tendo como base as operações com os signos (VYGOTSKY, 1994).

Para Vygotsky (1994), a interação do indivíduo com outros mais experientes favorece seu desenvolvimento psicológico. Ele distingue dois níveis de desenvolvimento do indivíduo: o real e o potencial. O desenvolvimento real determina-se pela habilidade do indivíduo em realizar algumas tarefas sem depender de outras pessoas. O desenvolvimento potencial define-se pelas funções que o indivíduo pode realizar com a ajuda de outra pessoa. A diferença entre o que o indivíduo é capaz de fazer quando age sozinho ou com o auxílio de alguém mais experiente é chamada de **zona de desenvolvimento proximal (ZDP)**, definida como

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1994, p.112).

Assim, percebemos que na teoria sociocultural os processos cognitivos são mediados pelas interações sociais, de maneira que todos os processos psicológicos são inicialmente sociais e só mais tarde eles se tornam individuais. Existem três estágios que uma criança passa

para obter um desenvolvimento cognitivo: regulação pelo objeto, regulação pelo outro e auto regulação. No primeiro, o ambiente exerce influência sobre o indivíduo; no segundo, a criança é capaz de realizar determinadas tarefas com ajuda de outra pessoa; já na terceira, o indivíduo de maneira independente desenvolve estratégias para realizar tarefas. A transição do segundo estágio para o terceiro é beneficiada por estruturas de apoio, conhecidas como *scaffolding*. Essa transição ocorre na ZDP, em que os indivíduos interagem num processo dialógico. Alguns autores como Figueiredo (2006) e Wood, Bruner e Ross (1976) trazem a palavra *scaffolding*, que em português significa andaimes (suporte), como uma metáfora para referir à ajuda dada por um professor ou tutor a alguns alunos. Ainda segundo esses autores, *scaffolding* é um processo que permite ao aprendiz solucionar problemas, executar tarefas ou até mesmo alcançar um objetivo que estaria além de seus esforços, caso não tivesse a ajuda de algum indivíduo. A partir daqui sempre que nos referirmos ao processo de suporte estamos nos referindo ao processo de *scaffolding*.

Deste modo, percebemos que o diálogo e a colaboração entre as pessoas são componentes indispensáveis para a teoria de Vygotsky, pois beneficiam o desenvolvimento da ZDP de cada aprendiz. Todas as maneiras de mediação e internalização ocorrem num contexto que as modificam em processos inerentemente socioculturais. Os elementos servem como mediadores para a atividade mental do sujeito, e, conseqüentemente, influenciam em sua ZDP.

A ZDP compreende os aspectos normativos do desenvolvimento. A gerência desse desenvolvimento é dirigida pela aprendizagem dos conceitos científicos propostos pelo professor. Através do ensino, os conceitos científicos e cotidianos do indivíduo relacionam-se, e os conceitos científicos tornam-se cotidianos posteriormente (VYGOTSKY, 1994).

Segundo Vygotsky (1993), a **formação de conceitos** é uma continuidade do processo de internalização, caracterizado pela relação entre o conhecimento espontâneo e o científico. Os conceitos espontâneos são aqueles que o indivíduo aprende socialmente no seu cotidiano, em sua interação com os objetos e suas derivações. Já os conceitos científicos ou não-espontâneos, são aqueles compreendidos de maneira sistematizada transmitido por metodologias educacionais do processo de ensino e aprendizagem. O autor acredita que esses dois processos de desenvolvimento de conceitos (espontâneo e científico) relacionam-se e se influenciam constantemente. Eles,

fazem parte de um único processo: o desenvolvimento da formação de conceitos, que é afetado por diferentes condições externas e internas, mas que é essencialmente um processo unitário, e não um conflito entre formas

de inteligência antagônicas e mutuamente exclusivas (VYGOTSKY, 1993, p.74).

Vygotsky (1993) diz que o “desenvolvimento dos conceitos espontâneos da criança é ascendente, enquanto o desenvolvimento dos seus conceitos científicos é descendente” (VYGOTSKY, 1993, p.93). Desse modo, esse desenvolvimento dos conceitos científicos começa na área da consciência crescendo de cima para baixo enquanto os conceitos do cotidiano crescem de baixo para cima. Mas apesar de esses processos terem direções opostas eles são intimamente relacionados. É necessário que o desenvolvimento de um conceito do cotidiano tenha alcançado um determinado nível para que o indivíduo possa absorver um conceito científico correlatado. Segundo o mesmo autor, o conceito cotidiano ao forçar a sua lenta trajetória para cima, “abre caminho para um conceito científico e o seu desenvolvimento descendente” (VYGOTSKY, 1993, p.93).

Vygotsky afirma ainda que, o desenvolvimento dos processos que resultam na formação de conceitos inicia-se nas primeiras fases da infância, mas as funções intelectuais que fundamentam a base psicológica da formação de conceitos se configuram, amadurecem e se desenvolvem apenas na adolescência.

Antes dessa idade, encontramos determinadas formações intelectuais que realizam funções semelhantes àsquelas dos verdadeiros conceitos, ainda por surgir. No que diz respeito à composição, estrutura e operação, esses equivalentes funcionais dos conceitos têm, para com os conceitos verdadeiros, uma relação semelhante à do embrião com o organismo plenamente desenvolvido (VYGOTSKY, 1993, p. 50).

O ensino, com todos os seus processos sistematizados, possibilita a aprendizagem dos conceitos científicos, consentindo várias formas de comunicação. Dessa maneira, a palavra pode ser utilizada como objeto de comunicação com uma atenção voltada para seus significados e relações, e não apenas para uso da comunicação. Assim, os alunos sujeitos desse processo são conduzidos a utilizar a participação de maneira prática e social através de grupos colaborativos. Os grupos reúnem seus participantes em volta de um objetivo ou finalidade, e os integrantes participam deles porque se sentem aceitos, pois percebem que naquele grupo sua presença é fundamental.

Vygotsky (1994), traz a concepção de que o aprendizado permite o desenvolvimento dos processos internos do indivíduo através de sua relação com o ambiente sociocultural e sua situação de organismo que não se desenvolve completamente sem o auxílio de outros indivíduos da mesma espécie.

2.2 Aprendizagem Colaborativa

A aprendizagem colaborativa e cooperativa partilham da mesma origem, são duas versões com alguns propósitos iguais, mas ao mesmo tempo diferem em outros. Nesse tópico iremos abordar os conceitos e características da aprendizagem colaborativa e no tópico posterior as principais diferenças e semelhanças das aprendizagens cooperativa e colaborativa.

Apesar do termo da aprendizagem colaborativa (AC) ser utilizado numa vasta variedade de metodologias em diferentes disciplinas e campos, há uma falta de consenso sobre a definição do termo (MARJAN LAAL & MOZHGAN LAAL, 2012). Enquanto não há um consenso sobre o que é AC, existem algumas características subjacentes que serão identificadas.

Aprendizagem colaborativa é uma expressão muito abrangente, designada numa variedade de enfoques educacionais. Geralmente, os alunos trabalham em conjunto, à procura de uma solução do problema, da complementação de uma tarefa e da compreensão sobre um determinado assunto. A expectativa de uma transformação, de como o aluno atua no decorrer do processo de ensino e aprendizagem, nos envia a uma descrição de aprendizagem colaborativa correspondente a uma atividade em que os discentes, protagonistas dessa metodologia, compartilham seus objetivos, conhecimentos e dificuldades, enriquecendo-se e auxiliando-se mutuamente na construção de novos conhecimentos, para obter uma aprendizagem mais duradoura.

A colaboração tornou-se uma tendência no século XXI. A necessidade da sociedade de pensar e trabalhar em conjunto sobre questões de interesses fundamentais aumentou, mudando a ênfase dos esforços individuais para o trabalho em grupo (MARJAN LAAL, MOZHGAN LAAL & KERMANSHAH, 2012).

Os pioneiros da aprendizagem cooperativa e colaborativa foram David W. Johnson e Roger T. Johnson da Universidade de Minnesota. A partir da década de 1970, em suas pesquisas os Johnson's tentam esclarecer em que condições as estruturas competitivas, cooperativas e individualistas afetam e/ou aumentam o desempenho do estudante, bem como suas habilidades sociais. Estruturas cooperativas e colaborativas, se comparadas com as tradicionais, que normalmente são competitivas, promovem entre os estudantes uma maior motivação para estudar, ao mesmo tempo que as aulas se tornam mais divertidas e comunicativas (JOHNSON e JOHNSON, 2003).

A aprendizagem colaborativa é uma abordagem educacional para o ensino e aprendizagem, nesse ambiente, os alunos são desafiados tanto socialmente como emocionalmente, eles ouvem diferentes perspectivas e são obrigados a articular e defender suas ideias. Ao fazer as atividades colaborativas, os alunos começam a criar suas próprias estruturas conceituais que são únicas e não dependem exclusivamente de um professor ou de um texto. Em um ambiente de AC, os alunos têm a oportunidade de conversar com os colegas, apresentar e defender suas ideias, trocar diversas crenças, perguntar sobre outros marcos conceituais, e estão ativamente engajados na atividade (SRINIVAS, 2011).

Nas salas de aula de colaboração a aula tradicional, centrada no professor, pode não desaparecer completamente nas primeiras aulas, mas ela vive ao lado de outros processos que são baseados na discussão dos alunos e o trabalho ativo com o material do curso, pois a AC ocorre quando estudantes, em pequenos grupos, ajudam uns aos outros a aprender.

Às vezes a AC é mal interpretada, uma vez que os estudantes podem não conversar diretamente, ou seja, “face-a-face” enquanto fazem suas atividades individuais. Esse tipo de aprendizagem não é fazer a tarefa individualmente e aqueles que terminam primeiro ajudam os que ainda não tenham terminado, muito menos ter um ou alguns alunos fazendo todo o trabalho, enquanto os outros acrescentam seus nomes no relatório (KLEMM, 1994).

Desse modo, os estudos sobre a aplicação da AC dentro da sala de aula têm muito a expandir, pois são poucas as atividades realizadas em grupo na trajetória escolar e universitária, ainda que existam vários autores que estimulam a aplicação e realização desse tipo de aprendizagem dentro do meio estudantil. Nas metodologias de aprendizagem atuais, os alunos trabalham individualmente quase todo o tempo e estão sempre em competição uns com os outros, seja pelas notas ou por reconhecimento. Muitas vezes, o próprio professor acaba sendo o principal agente dessas atitudes dos alunos. Conforme Johnson, Johnson e Smith,

Ainda hoje existem faculdades em que se exige dos professores que deem notas na base da Curva de Gauss. Essa abordagem do referencial de “normalidade” na avaliação do aluno exige que os alunos entrem em competição entre si por notas, o que traz desastrosas consequências para a vida acadêmica. Muitos professores procuram evitar os desastres de tal competição, usando uma abordagem individualista no ensino. Os esforços de cada aluno são avaliados tendo como base o referencial de critérios. Quando todos os membros do grupo cumprem os critérios, cada membro pode receber pontos de bonificação (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998, p.92).

Não existem evidências de que equipes colaborativas atinjam níveis mais elevados de pensamento e retenham o conhecimento por mais tempo do que os alunos que trabalham

individualmente em silêncio (JONHSON e JONHSON, 1986). Entretanto, Marjan Laal e Morzhgan Laal (2012), afirmam que a aprendizagem compartilhada dá aos alunos a oportunidade de se envolverem na discussão, assumir a responsabilidade por seu próprio aprendizado, e assim tornarem-se pensadores críticos. Os defensores da AC afirmam que a troca ativa de ideias dentro de pequenos grupos não só aumenta o interesse entre os participantes, mas também promove o pensamento crítico (GOKHALE, 1995).

Assim, uma aprendizagem baseada em colaboração enquadra-se numa interação social em que a característica principal não é apenas o compartilhamento do conhecimento, mas também o envolvimento de todos os alunos participantes da atividade na construção e conservação do conhecimento adquirido da interação entre todos.

O envolvimento dos estudantes numa atividade colaborativa permite-lhes concordar, discordar, acrescentar e até mesmo tornar visíveis conhecimentos e afirmações, em um ambiente que essencialmente deve ser democrático, como é o ambiente de aprendizagem. Isso nos permite considerar a concepção de aprendizagem submersa no processo de AC.

A AC não é apenas uma forma de desenvolver atividades em que apenas o compartilhamento e intercâmbio de conhecimentos são estabelecidos, implica também numa transformação na maneira de pensar e criar relações entre as concepções novas e antigas. Assim sendo, “a aprendizagem colaborativa se enquadra como uma metodologia de aprendizagem, pois por meio do trabalho em grupo e pela troca entre os pares, as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas” (TORRES, 2007, p. 339).

Mas, adotar a AC como uma metodologia de aprendizagem não é apenas colocar os alunos para trabalharem em grupo, é estruturar os grupos de alunos para que eles possam trabalhar colaborativamente. Pois, se um grupo de alunos se reúne para cada um fazer o seu próprio trabalho, mas não se comunicam uns com os outros, esse grupo não está estruturado como grupo colaborativo e sim como uma aprendizagem individualista. “Colocar os alunos sentados juntos podem resultar em competição com mais proximidade (pseudo-grupos), ou em esforços individualistas nas conversas (grupos tradicionais de aprendizagem)” (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998, p. 92).

Para que a AC aconteça é necessário haver um objetivo comum no grupo, em que o mesmo seja recompensado por seus esforços. Em um grupo colaborativo cada participante tem um senso de responsabilidade individual, isto é, todos precisam participar da atividade. Portanto, pôr os alunos para trabalharem em grupos não é necessariamente um sinal de um

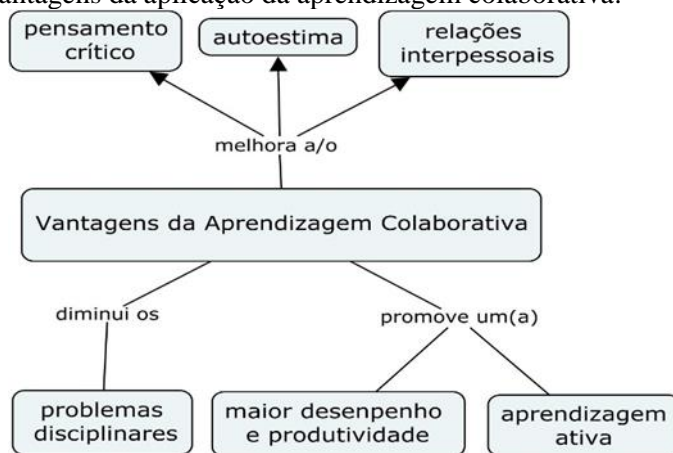
relacionamento colaborativo, o grupo tem que ser estruturado e gerido pelo professor (JOHNSON e JOHNSON, 1994).

Dessa forma, podemos perceber que a complexidade da AC é o principal motivo pelo qual a AC ser pouco usada, se comparamos com a aprendizagem competitiva e individualista nas universidades, mesmo sendo a mais eficaz das aprendizagens. Outro motivo de a AC ser pouco utilizada é que a maioria dos alunos não sabe trabalhar colaborativamente com os outros. A nossa cultura e o sistema de recompensas da sociedade, escolas e universidades são direcionados no sentido de atividades e tarefas individualistas e competitivas. Além do caso em que os alunos resistem às modificações didáticas e metodológicas, pressionando os professores para manterem as suas aulas expositivas (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998). Mas, sabemos que essas barreiras não são insuperáveis, elas irão enfraquecendo à medida que o conhecimento da teoria, da pesquisa e da metodologia que estruturam a AC aumentam.

Segundo Johnson, Johnson e Holubec (1999) a aplicação da aprendizagem colaborativa produz algumas vantagens:

- Intensifica os esforços para alcançar uma boa aprendizagem, incluindo um maior desempenho e produtividade por todos os alunos do grupo colaborativo;
- Contribui para estabelecer relações mais positivas entre os alunos, compreendendo um aumento de espírito de equipe e solidariedade;
- Melhora a saúde mental, contribuindo para um melhor desenvolvimento social, integração, auto-estima, senso de identidade e capacidade de enfrentar adversidades e tensões.

Figura 1: Algumas vantagens da aplicação da aprendizagem colaborativa.



Fonte: a autora.

A aprendizagem colaborativa possibilita o engajamento e envolvimento dos alunos dentro do grupo, consentindo que os integrantes participem da atividade designada, para poder trocar informações com a intenção de alcançar uma melhor aprendizagem de todo o grupo.

Conforme Johnson e Johnson (1994), para que os grupos desenvolvam um trabalho colaborativo mais produtivo é necessário que o mesmo assuma cinco condições indispensáveis:

- Interdependência positiva claramente percebida;
- Interação promotora;
- Responsabilidade individual;
- Utilização adequada das habilidades interpessoais;
- Processamento de grupo.

Dentro das condições de AC, os alunos têm duas responsabilidades: aprender o material destinado e certificar-se que todos os participantes do grupo estão aprendendo o que lhe foi designado. O termo técnico para essas responsabilidades é a **interdependência positiva**, isto é, quando os alunos percebem que são companheiros de grupo, de tal forma que eles não podem ter sucesso a menos que todos os membros do grupo façam seu papel, coordenando seus esforços com os esforços dos companheiros para completar a atividade. Dessa forma, a interdependência positiva é a condição fundamental da aprendizagem colaborativa, em que o grupo só terá sucesso se todos os componentes do grupo tiverem o mesmo objetivo e propósito (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998; JOHNSON, JOHNSON e HOLUBEC, 1999; JOHNSON e JOHNSON, 1999). Sendo assim, todos os integrantes do grupo colaborativo devem desenvolver uma determinada função na qual será responsável, entretanto, todos os sujeitos devem estar cientes que se um não desempenhar seu papel corretamente todo o grupo fracassará.

O segundo elemento básico nos grupos colaborativos é a **responsabilidade individual** para alcançar as metas do grupo. Quando o desempenho de cada aluno é avaliado, os resultados são dados de volta para o indivíduo e para o grupo, cada aluno é responsável por seus companheiros de grupo e por contribuir com sua parte para o sucesso do grupo. Mas para garantir que cada aluno seja responsável por fazer a sua parte justa no trabalho do grupo os professores precisam: avaliar o quanto de esforço que cada membro contribui para o trabalho

do grupo, fornecer feedback para os grupos e estudantes individuais, pedir para cada estudante explicar ao colega o que tem aprendido e assegurar que cada membro é responsável pelo resultado final. (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998; JOHNSON, JOHNSON e HOLUBEC, 1999; JOHNSON e JOHNSON, 1999).

A terceira condição dos grupos colaborativos é a **interação promotora**. Nessa condição os participantes são encorajados a ajudar uns aos outros, incentivam-se e facilitam os esforços mútuos para completar e produzir tarefas, a fim de alcançar as metas do grupo. Os alunos devem se comunicar face-a-face, promover o sucesso uns dos outros, ajudando, apoiando, valorizando, dando assistência uns aos outros para obter uma melhor aprendizagem. Ao fazer isso, os alunos auxiliam os processos cognitivos, como “o de explicar verbalmente o jeito de resolver problemas, passar o conhecimento de um para todos os colegas, e conectar o presente com o que foi aprendido no passado” (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998, p. 95). Além de pressionar cada componente do grupo a raciocinar e tirar conclusões, facilitando a aprendizagem. Para que o grupo consiga uma interação face-a-face significativa, ele precisa ser pequeno, com no máximo quatro alunos (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998; JOHNSON, JOHNSON e HOLUBEC, 1999; JOHNSON e JOHNSON, 1999).

A quarta condição essencial da aprendizagem colaborativa é a **utilização adequada das habilidades interpessoais** de cada aluno que deve ocorrer em pequenos grupos. O professor deve ensinar aos alunos as habilidades sociais necessárias, além de certificar que elas estão sendo utilizadas corretamente. “Liderança, tomada de decisão, construção de confiança, comunicação e as habilidades para administrar conflitos, são coisas que devem ser ensinadas com tanta precisão e tanto senso de propósito quanto as habilidades acadêmicas” (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998, p. 95).

A quinta e última condição é o **processamento de grupo**, ou seja, os processos de quão bem os grupos estão funcionando. O processamento de grupo também pode ser definido como uma reflexão sobre uma sessão de grupo, para isso podem ser analisadas algumas perguntas sobre o grupo: as ações do membro foram úteis ou inúteis? As tomadas de decisões sobre as ações do grupo devem continuar ou mudar? A finalidade da análise do grupo é clarificar e melhorar a eficácia dos membros em contribuir para os esforços de colaboração para alcançar as metas da equipe? (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998; JOHNSON, JOHNSON e HOLUBEC, 1999; JOHNSON e JOHNSON, 1999).

O propósito da aprendizagem colaborativa “é fazer com que cada membro do grupo seja uma pessoa mais forte nos seus próprios direitos. Estudantes aprendem juntos de modo a

subsequentemente poder desempenhar melhor seus papéis como indivíduos” (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, 1998, p. 95).

2.3 Aprendizagem Colaborativa X Aprendizagem Cooperativa.

O significado de aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa na maioria das vezes são tratados como sinônimos. No entanto, são vários os autores que explicam as diferenças existentes entre estes dois conceitos. Embora este trabalho se centralize na aprendizagem colaborativa dentro da sala de aula, é de suma importância fazer uma breve referência sobre esta questão, já que esses conceitos são considerados sinônimos pela maioria das pessoas.

Aprendizagem cooperativa, segundo Panitz, “é uma estrutura de interação projetada para facilitar a realização de um produto final específico ou objetivo através de pessoas que trabalham juntas em grupos.” (PANITZ, 1999, p.2). Ele ainda diz que,

A aprendizagem cooperativa é definida por um conjunto de processos que ajudam as pessoas interagirem entre si, a fim de realizar um objetivo específico ou desenvolver um produto final que geralmente é de um conteúdo específico. É mais direcionada que o sistema colaborativo e rigorosamente controlada pelo professor (PANITZ, 1999, p.5).

Alguns autores trazem a definição de aprendizagem cooperativa como um processo em que a efetivação da tarefa é seguida pela divisão dos participantes de maneira a tornar mínimo o esforço de cada membro do grupo (WIERSEMA, 2000 apud FIGUEIREDO, 2006). Visto que o objetivo principal dessa técnica é exatamente a promoção cognitiva e social, o método cooperativo fundamenta-se na interação social. Entretanto, mesmo que o próprio processo de aprendizagem atinja seus objetivos, a divisão de tarefas no grupo de alunos sugere uma ação rigorosa, controlada e decidida pelo professor e, mesmo com essa rigorosidade, os participantes do grupo são incentivados a compartilhar e participar da aprendizagem dos companheiros. Como declara Olsen e Kagan,

[...] a atividade de aprendizagem em grupo, organizada de modo tal que a aprendizagem dependa da troca, socialmente estruturada, de informações entre os aprendizes do grupo, no qual cada aprendiz torna-se responsável por sua aprendizagem e é motivado a aumentar a aprendizagem dos outros. (OLSEN & KAGAN, 1992 apud FIGUEIREDO, 2006, p. 18-19).

O ensino cooperativo se constitui considerando que o professor tem um papel extremamente importante no desenvolvimento do aluno e o sujeito adota uma conduta dependente das coordenações do professor.

Na aprendizagem cooperativa o professor é o principal responsável pelo desenvolvimento cognitivo do sujeito, mesmo que o aluno se torne responsável por sua própria aprendizagem. Assim, nessa metodologia o foco principal da aprendizagem está centrado no professor, isso se afirma quando Panitz diz que, a aprendizagem cooperativa é mais direta e controlada pelo professor; ou seja, ele determina uma tarefa, e os papéis que alunos deverão desempenhar na realização de tal tarefa são normalmente, atribuídos por ele (PANITZ, 1996). Portanto, ainda que existam estruturas de análise reflexiva que o aluno faz sobre si mesmo e sobre o grupo a abordagem fundamental dessa técnica de aprendizagem é centrada no professor. O aluno aqui acaba tornando-se coadjuvante de sua aprendizagem, com suas determinadas responsabilidades no processo de cognição.

Já a **aprendizagem colaborativa**, o processo é centrado exclusivamente no aluno e o professor faz o papel de orientar os alunos, permitindo que as aptidões desenvolvidas através da interação seja um início para o desenvolvimento cognitivo. Segundo Panitz “a colaboração é uma filosofia de interação e estilo de vida pessoal, onde os indivíduos são responsáveis por suas ações, incluindo a aprendizagem e respeito às habilidades e contribuições de seus pares” (PANITZ, 1999, p.2).

Ter o aluno como sujeito essencial no processo de ensino e aprendizagem tem por objetivo fundamental, a desconstrução da figura passiva do aluno para uma ação mais efetiva do mesmo na sala de aula. Isso se consolida por meio da participação dos discentes em sua própria aprendizagem. No entanto, isso não é autossuficiente, existe uma necessidade dos estudantes participarem não só da sua aprendizagem, mas também da aprendizagem dos seus companheiros de grupo, construindo o conhecimento em conjunto.

Deste modo, a principal característica da aprendizagem colaborativa é:

a co-construção da aprendizagem e não somente a realização de uma tarefa. Para tanto, os papéis desempenhados pelos alunos surgem com a necessidade de provisão de assistência ou de troca de informações, no decorrer das atividades, não sendo, geralmente, papéis estipulados a priori. Nesse tipo de abordagem, o professor não controla nem determina o que os aprendizes farão durante o trabalho em grupo. Ao contrário, ele tem um papel de mediador da aprendizagem, o que faz com que os alunos tornem-se responsáveis pela melhor maneira de dar termo a uma atividade. (FIGUEIREDO, 2006, p. 23)

Na tentativa de aprofundar mais sobre o conceito de AC, Wiersema torna-se pertinente ao dizer que, esse tipo de aprendizagem ocorre como efeito colateral de uma interação entre alunos que estudam e trabalham em sistema de interdependência, seja na resolução de problemas ou na prática de uma atividade sugerida pelo professor. Para uma aprendizagem ou

trabalho mais eficaz os mesmos devem ser colaborativos e sociais e não competitivos e isolados. O compartilhamento de ideias melhora o pensamento e aprofunda o entendimento (GERDY, 1998, apud WIERSEMA, 2000).

Sintetizando, o processo colaborativo é mais aberto e os alunos interagem-se para alcançar um objetivo compartilhado, já a cooperação é mais fechada, centrada no professor e direcionada por ele, ou seja, para obter um objetivo final ou realização de uma atividade deve haver uma maior organização dentro do grupo. É uma ação mais controlada e direcionada pelo professor se comparada com o processo colaborativo (TORRES e IRALA, 2014).

Com relação à divisão de tarefas, na aprendizagem cooperativa há uma subdivisão mais precisa das atividades a serem efetivadas pelos alunos, cada participante é responsável por uma parte da solução do problema ou tarefa, já na AC não existe divisão de tarefas, existe um engajamento recíproco dos sujeitos em um trabalho coordenado para a resolução da atividade em conjunto (TORRES e IRALA, 2014).

Outro fator que difere as duas concepções diz respeito à maneira pela qual as tarefas são divididas. Na técnica cooperativa, as atividades são divididas hierarquicamente em subtarefas, isto é, cada participante do grupo é responsável por uma parte do trabalho, tendo que cooperar com sua parte para alcançar a solução final do problema. Enquanto que na colaborativa não existe hierarquia, os papéis de cada participante do grupo na maioria das vezes se ancoram, uma vez que os aprendizes se esforçam para construir e conservar uma percepção compartilhada do problema (TORRES e IRALA, 2014).

Fazendo referência às principais características dos dois tipos de aprendizagem, Torres e Irala (2014) traçaram um perfil geral de uma aula com teorias colaborativas e outro com teorias cooperativas.

Na aula cooperativa, o aluno participa em atividades estruturadas em grupos, trabalhando conjuntamente na resolução de uma série de problemas. Às vezes, um determinado aluno possui um papel específico dentro do seu grupo. Na aula colaborativa, o professor pede para que os membros do grupo organizem-se e negociem entre eles mesmos quais serão seus papéis nos trabalhos do grupo. Durante os trabalhos em grupo na sala de aula cooperativa, o professor observa as interações de cada grupo, ouve seus debates e faz algumas intervenções quando julga necessário. Ao final de cada aula, o professor realiza uma sessão para a síntese dos debates, pedindo para que os grupos façam um breve relato oral das suas conclusões ou que submetam uma cópia da atividade realizada em grupos para sua apreciação. O professor da sala de aula colaborativa, por sua vez, não monitora ativamente os grupos, deixando questões importantes para que eles mesmos resolvam. Encerra suas atividades diárias com uma sessão de discussões em que os alunos em conjunto avaliam se os objetivos compartilhados foram alcançados ou, se não o foram, discutem e negociam uma melhor forma de alcançá-los da próxima vez (TORRES e IRALA, 2014, p.68).

Podemos observar que as tarefas da AC exigem um compromisso maior dos alunos, uma vez que todo o método está centralizado neles, da divisão das tarefas à distribuição e definição dos papéis que cada participante do grupo realizará. Isso faz com que eles busquem a troca de conhecimentos entre si, valorizando a autoestima de cada um. Na aprendizagem cooperativa, o centro do ensino é o professor, pois é ele que define os papéis de cada membro do grupo e atribui instruções de como realizar a tarefa.

Para um melhor entendimento das diferenças que existem entre os dois tipos de aprendizagens expomos no quadro 1 uma comparação conceitual entre a aprendizagem colaborativa e a aprendizagem cooperativa. Os dois tipos de aprendizagens estão fundamentados em Johnson e Johnson (1999), dessa forma para que os grupos colaborativos e cooperativos desenvolvam um bom trabalho, é imprescindível que os mesmos admitam as cinco condições indispensáveis dos Johnson's relatadas no capítulo anterior. Mas, apesar de serem fundamentadas na mesma teoria podemos ver através do quadro 1 que essas aprendizagens diferem em alguns pontos.

Quadro 1: Diferenças existentes entre as aprendizagens colaborativa e cooperativa.

Características da aprendizagem colaborativa	Características da aprendizagem cooperativa
O aprendiz é o protagonista do processo.	O professor é o protagonista do processo.
As ações e tarefas são distribuídas, divididas e controladas pelo aluno.	As ações e tarefas são distribuídas, divididas e controladas pelo professor.
As tarefas do grupo geralmente são não estruturadas: os papéis de cada membro do grupo são determinados à medida que a atividade se desenvolve.	As tarefas do grupo geralmente são estruturadas: os papéis de cada membro do grupo são determinados pelo professor.
O professor não dá instruções aos alunos para realizar as atividades em grupo.	O professor não dá instruções aos alunos para realizar as atividades em grupo.
O aprendiz é ativo no processo de ensino aprendizagem.	O aluno é ativo no processo de ensino aprendizagem.
O aluno é responsável pela sua aprendizagem e pela aprendizagem de todos os participantes do grupo.	O aluno é “determinado” a ajudar na aprendizagem do colega.

O conhecimento é construído em conjunto.	O conhecimento é construído de forma compartimentalizada.
O produto da aprendizagem é caracterizado pelo aluno.	O produto da aprendizagem é caracterizado pelo professor.

Fonte: O autor.

Apesar de todas as diferenças, percebe-se que nas duas técnicas há um compromisso do professor com relação a uma aprendizagem participativa e ativa, diferenciando-se do método tradicional de ensino, em que o professor é o protagonista do ensino e aprendizagem. Os dois processos destacam a responsabilidade do aluno em seu processo de aprendizagem e construção de seus conhecimentos.

Segundo Johnson, Johnson e Smith (1998),

A aprendizagem cooperativa é o coração do aprendizado baseado em problemas. Relaciona-se com a aprendizagem colaborativa que enfatiza o “aprendizado natural” (em oposição ao treinamento resultante de situações de aprendizagem altamente estruturadas), que ocorre como um efeito da comunidade onde os alunos trabalham juntos em grupos não-estruturados e criam sua própria situação de aprendizado (JOHNSON, JOHNSON e SMITH, p.92, 1998).

Assim, podemos concluir que ambos os processos descrevem tarefas que são realizadas em grupo com os mesmos objetivos, mas diferem quanto “à dinâmica do trabalho em conjunto, à constância da coordenação e, principalmente, à filosofia inerente aos dois conceitos, sendo o processo colaborativo mais profundo e complexo do que o processo cooperativo” (TORRES e IRALA, 2014, p.69). Esses novos métodos de ensino e aprendizagem estimulam uma socialização no processo ao qual, alunos em grupos resolvem problemas em comum e constroem conhecimentos relevantes para a sociedade.

CAPÍTULO 3

PROBLEMAS RICOS EM CONTEXTO

A metodologia de ensino mais eficaz depende dos objetivos de cada disciplina, das necessidades dos alunos e do professor, além das limitações inseridas no ambiente de aprendizagem. Não existe “a” metodologia de ensino. Nesse contexto, a resolução de Problemas Ricos em Contexto surge como uma metodologia de ensino que pode adaptar-se a todas as situações de ensino, mas ela não é “algo mágico” que por si só vai garantir que todos os aprendizes alcançarão os objetivos propostos pelo professor. Os Problemas Ricos em Contexto podem ser utilizados como o foco principal de um curso, ou como um complemento em combinação com outras ferramentas de ensino. Mesmo práticas que funcionem bem com um tipo de classe, podem não surtir um grande efeito em outro tipo de classe, isso não é surpreendente, já que o processo de aprendizagem é complexo. Assim, os parâmetros que influenciam a aprendizagem devem ser ajustados para cada conjunto específico de restrições, para podermos alcançar grandes efeitos (HELLER e HELLER, 2010).

Geralmente, os alunos já vêm para sala de aula com seus conhecimentos bem desenvolvidos, incluindo suas ideias pessoais sobre física e suas expectativas sobre como e o que eles aprenderam na aula de física. Décadas de pesquisa têm mostrado que os conhecimentos dos estudantes sobre física, muitas vezes, não correspondem aos conceitos físicos estabelecidos. Como mostra Heller e Heller, citando um exemplo:

80% dos alunos que entram na aula de introdução a física, acham que durante uma colisão entre um caminhão grande e um carro pequeno, a força do caminhão sobre o carro é maior que a força do carro no caminhão. As ideias dos estudantes que não correspondem a conceitos físicos são muitas vezes chamadas de preconceções, concepções ingênuas, concepções alternativas ou equívocas. (HELLER e HELLER, 2010, p. 15)

Quando os estudantes ouvem uma aula ou palestra, leem um livro ou veem um evento físico, eles assimilam os novos conceitos a sua estrutura de conhecimentos. Essas estruturas de conhecimento geralmente incluem concepções intuitivas ou “equívocas”, que são muito resistentes à mudança. Os alunos também têm ideias erradas sobre os procedimentos da física, tais como a resolução de problemas e experimentação. Na verdade, a maioria dos alunos tem ideias fundamentais erradas, tanto sobre a natureza do conhecimento científico como do

processo de aprendizagem da ciência. Eles visualizam o conhecimento científico como um conjunto fixo e imutável de fatos e fórmulas que têm pouca conexão com o mundo real. Dessa forma, o seu papel de estudante é apenas memorizar os fatos e fórmulas e reproduzi-los nas provas e avaliações. Assim, os alunos tendem a serem aprendizes passivos, suas estratégias de aprendizagem enfatizam habilidades de memorização, em vez de habilidades de compreensão (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

Além disso, Heller e Heller (2010) afirmam que, existe um modelo consistente de cognição que emergiu da neurociência e da ciência cognitiva. Nesse modelo, os elementos do conhecimento são comparados às redes de conexões neurais; assim, quando alguém usa o conhecimento de uma determinada rede de neurônios os mesmos são ativados e há um aumento na taxa de impulsos neurais. O surgimento das redes se dá através das associações entre os neurônios por um crescimento sináptico, isto é, a junção entre duas células nervosas. Essas conexões neurais são construídas quando diversos neurônios são ativados ao mesmo tempo. Esse processo é sintetizado no seguinte princípio: “neurônios que disparam juntos permanecem unidos; neurônios que não disparam juntos perdem o contato” (HEBB, 1949 apud HELLER e HELLER, 2010, p. 16). Assim, o conhecimento armazenado na memória de longo prazo é a maneira como esses neurônios estão ligados, e a forma como as estruturas ligadas são ativadas.

O processo biológico de aprendizagem é complexo, ele exige a criação e eliminação de ligações detalhistas que são diferentes para cada indivíduo. Cada sujeito filtra suas percepções através de sua rede de conhecimento, mas para a maioria dos alunos aprenderem física ou qualquer outro campo o princípio de instrução por si só não é suficiente, nem as explicações, as manifestações dramáticas e as atividades laboratoriais são suficientes. Mas, estudos mostram que as metodologias tradicionais utilizadas por muitos professores atualmente, fundamentam-se apenas nesses princípios (HELLER e HELLER, 2010).

Existem alunos que conseguem solucionar facilmente alguns problemas estipulados como atividades pelo professor, mas têm dificuldades em resolver problemas um pouco mais complexos em provas e ainda não tem uma compreensão dos conceitos físicos envolvidos. A maioria dos alunos principiantes em física tentam resolver os problemas físicos de uma maneira que não reconhecemos como resolução de problemas. A estratégia deles é apenas conectar os dados semelhantes de alguma equação e depois executar manipulações matemáticas até aparecer uma resposta. Geralmente, os alunos de física começam a resolver um problema imergindo nas soluções matemáticas, eles pesquisam e manipulam as equações,

conectando os números até encontrar uma combinação que produza uma resposta favorável. Essa estratégia é conhecida como "*plug and chug*", ela promove uma aprendizagem da física por memorização de equações e prática de manipulações matemáticas. (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

A maioria dos alunos que utiliza esta estratégia para resolver problemas não faz uma boa graduação em física, eles se queixam de que há muito o que aprender. Eles raramente usam seus conhecimentos conceituais de física para analisar qualitativamente o problema, nem planejam sistematicamente uma solução antes que comecem as manipulações matemáticas das equações, além de que quando os alunos chegam a uma resposta, eles normalmente estão satisfeitos, mesmo sem saber realmente se a resposta está correta, raramente verificam para ver se a resposta tem sentido físico. (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

Além desses fundamentos, há razões externas para se ensinar física através da resolução de problemas. Pesquisas mostram que para entender introdução à física é necessário saber solucionar problemas, outra razão, é que a maioria dos alunos de graduação em física depois que se formam e estão trabalhando, mostram que a resolução de problemas é a habilidade primária da física que eles usam. É interessante notar que as habilidades interpessoais, incluindo as de trabalho em equipe, é a segunda aptidão usada na maioria das vezes por licenciados em seu trabalho (HELLER e HELLER, 2010). De tal modo, com a intenção de mudança desses protótipos trazemos os Problemas Ricos em Contexto, utilizados dentro de grupos colaborativos de alunos, como um bom método de ensinar física e ensinar a resolver os problemas físicos.

Conforme Heller e Heller (1999) e Heller e Heller (2010), algumas das vantagens de utilizar a resolução dos Problemas Ricos em Contexto no grupo colaborativo é que:

- Cada aluno pode praticar suas habilidades de planejamento e monitoramento que necessitam para tornarem bons solucionadores de problemas;
- Os alunos começam a prática desenvolvendo e utilizando a linguagem da física, ou seja, "Falando Física".
- Na discussão e interação com o outro, os alunos devem lidar e resolver os equívocos de seus colegas de grupo, bem como os seus;
- Nas discussões dos problemas com o grupo, os alunos são menos intimidados porque eles não estão respondendo individualmente, mas como grupo.

Porém, os Problemas Ricos em Contextos realizados em grupos colaborativos também têm desvantagens. Uma delas é que inicialmente, muitos estudantes não gostam de trabalhar em grupos colaborativos, eles não gostam de expor sua falta de instrução a outros alunos. Além disso, eles foram treinados para serem competitivos e trabalharem individualmente, dessa forma eles não têm as habilidades de colaboração (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

A resolução de Problemas Ricos em Contexto exige uma intensa compreensão de conceitos físicos fundamentais, incluindo a sua utilidade em situações particulares. Uma solução correta incorpora tanto os conceitos de física, como uma interligação adequada a outras ideias que estão relacionadas com a situação física do problema.

Os estudantes que resistem ao curso de física básica geralmente têm uma estratégia para tentar aprender uma fórmula específica ou resolver cada tipo de problema. Estes são compostos por uma característica literal, como por exemplo, a ação específica dos objetos envolvidos. Assim, os alunos tentam lembrar “padrões de solução”, que geralmente surgem a partir de exemplos resolvidos no livro ou em sala de aula, e eles tentam forçar uma solução para encaixá-la ao padrão. Um indivíduo pode tentar lembrar o modelo matemático passo a passo para a resolução de problemas que envolvem, "objetos deslizando sobre um plano inclinado" ou "objetos em movimento circular", alunos desse tipo, geralmente não conseguem descobrir como começar a solução do problema e não são capazes de generalizar um tipo de problema a outro semelhante com diferentes objetos, eventos ou restrições. Não importa quantas soluções o professor mostre, eles sempre estão pedindo mais atividades e exemplos. Esse tipo de aluno que tenta lembrar “padrões de solução” geralmente tem uma rede de conhecimentos fragmentada (HELLER e HELLER, 2010).

Segundo Heller e Heller (2010), para implementar o método de Problemas Ricos em Contexto em um curso de física, precisamos estar preparados para:

- Mostrar explicitamente aos alunos como usar os princípios e conceitos fundamentais da física para resolver problemas;
- Usar problemas que exijam dos alunos a tomada de decisões baseadas em um conhecimento físico;
- Habilitar os alunos para resolverem problemas enquanto grupos colaborativos, bem como resolver os problemas por si mesmos;

- Fornecer a aplicação da física durante a realização da resolução de problema, encorajando sempre a colaboração, além de corrigir as soluções de problemas e comunicá-los aos estudantes;
- Repetir todas as partes do processo instrucional a cada vez que um novo tema é introduzido nas aulas.

3.1 Leis de instrução, Passos para o professor, Papéis dos alunos no grupo colaborativo e Etapas da Resolução dos PRC.

Além dos critérios, Heller e Heller (2010) citam quatro leis de instrução e um esquema com alguns passos que o professor deve seguir para implementar os Problemas Ricos em Contextos em grupos colaborativos de alunos. O *primeiro passo* é determinar os objetivos mais importantes ou metas a seguir para a aprendizagem dos alunos em sua classe. Alguns exemplos de objetivos são descritos abaixo:

- Conhecer os princípios básicos subjacentes da física;
- Ser capaz de resolver problemas usando o raciocínio lógico e qualitativo no contexto da física;
- Ser capaz de resolver problemas usando as habilidades de resolução de problemas quantitativos no contexto da física.

O *segundo passo* é obter ou criar Problemas Ricos em Contexto que exijam que seus alunos usem diretamente os conceitos de física que você quer ensinar; aborde diretamente os objetivos da disciplina e pratiquem mais suas habilidades de resolução de problemas. O *terceiro passo*, por sua vez, é adotar um quadro de resolução de problemas baseadas na investigação que você quer que seus alunos usem para resolver os problemas. Faça cada etapa do processo bem explícito para os alunos, ou seja, demonstre sempre o mesmo processo de resolução de problemas lógicos e completo durante todo o curso, não importa qual é o tema da aula, explique todas as decisões necessárias para poder resolver o problema e mostre cada passo a ser seguido, não importa quão pequena seja para chegar à solução. Distribua ou disponibilize na internet exemplos de soluções completas para os problemas, em que mostram como você espera que os alunos alcancem o processo de pensamento das soluções de problemas e permita que cada aluno faça as suas próprias variações razoáveis do quadro de suas soluções (HELLER e HELLER, 2010).

O *quarto passo* é exigir que seus alunos pratiquem a solução de problemas em pequenos grupos, utilize grupos colaborativos de três, ou no máximo quatro alunos. Utilize um problema adequado para o trabalho em grupo e certifique-se que não há notas ou livros disponíveis para os alunos enquanto eles resolvem os problemas em grupos. Estructure os grupos para que eles realmente trabalhem juntos na solução. Mas, como o professor deve evitar os conflitos dentro do grupo? Para isso, Heller e Heller (1999) desenvolveram alguns papéis que devem ser distribuídos e desempenhados pelos alunos. Assim, o professor ensina aos alunos funções específicas de **Gerente**, **Escrivão/Verificador**, **Cético** e **Entusiasta**. As funções foram selecionadas para corresponder às estratégias individuais de planejamento e monitoramento que devem ser executadas de forma independente na resolução de problemas - o **Gerente** projeta os planos de ação, o **Cético** questiona instalações e planos, o **Escrivão** organiza e escreve o que foi feito, e o **Entusiasta** mantém o controle de decisões e razões para ações diferentes. Além disso, cada pessoa tem a responsabilidade de garantir ao grupo as funções de forma eficaz. O **Gerente** tem de garantir que todos no grupo participem e contribuam. O **Escrivão/Verificador** deve garantir que todos os membros do grupo possam explicitamente explicar como o problema foi resolvido. Já o **Entusiasta** deve energizar o grupo quando a motivação é baixa (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

Normalmente são atribuídos grupos de três alunos (Gerente, Escrivão/Verificador, e Cético): o quarto papel do Entusiasta é usado quando o tamanho da classe não é divisível por três, dessa forma, um ou dois grupos terão quatro membros. Em grupos de três, todos os componentes do grupo assumem o papel de entusiasta, e são convidados a energizar o grupo quando a motivação é baixa. Assim, para ajudar os alunos a aprender a matéria e trabalhar em conjunto de forma eficaz, é atribuído a cada membro do grupo um papel específico. Suas funções e responsabilidades estão descritas detalhadamente na Tabela 1.

Tabela 1: Funções e responsabilidades de cada papel com alguns exemplos.

AÇÕES	O QUE PARECE SER
<u>GERENTE</u> <ul style="list-style-type: none"> • Dirigir a sequência de etapas; • Manter seu grupo “no caminho certo”; • Fazer com que todos em seu grupo participem; • Observar o tempo gasto em cada etapa. 	“Voltemos a isso mais tarde se tivermos tempo.” “Nós precisamos passar para a próxima etapa.” “O que você acha sobre essa ideia?”
	“Todos compreenderam esse diagrama?”

<p><u>ECRIVÃO / VERIFICADOR</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Agir como escritor para o seu grupo; • Verificar se todos os membros do grupo compreendeu o que foi discutido; • Certificar que todos os membros do seu grupo concordam com os planos e ações; 	<p>“Explique por que você pensaria isso”. “Estamos de acordo sobre isto?”</p>
<p><u>CÉTICO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajudar seu grupo a entrar em acordo muito rapidamente; • Verificar se todas as possibilidades estão sendo exploradas; • Sugerir ideias alternativas. 	<p>“Que outras possibilidades existem aqui?” “Vamos tentar olhar para isso de outra maneira”. “Eu não tenho certeza que estamos no caminho certo”.</p>
<p><u>ENTUSIASTA / RESUMIDOR</u></p> <p>Dar um novo ânimo a seu grupo, quando a motivação estiver baixa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sugerindo uma nova ideia; • Através do humor; • Sendo entusiasmado. <p>Resuma (reedite) as discussões e conclusões do seu grupo.</p>	<p>“Nós podemos fazer isso!” “Essa é uma ótima ideia!” “Então aqui está o que decidimos. . .”</p>

Fonte: (HELLER e HELLER, 1999).

O *penúltimo passo* que o professor deve seguir para implementar os Problemas Ricos em Contextos em grupos colaborativos de alunos, diz para incentivar os alunos a resolver os problemas individuais usando a física correta de maneira lógica e completa, ou seja, se a lição de casa é classificada, certifique-se que as soluções devem ser lógicas e completas, não apenas corretas. O *último passo* é solicitar o mesmo tipo de problemas que os alunos resolvem em seus grupos em suas avaliações (HELLER e HELLER, 2010).

Para orientar a implementação real dos Problemas Ricos em Contexto em uma disciplina ou curso, Heller e Heller (2010) desenvolveram quatro "Leis de Instrução", essas "leis" descrevem observações empíricas que são baseadas no estado atual do conhecimento e comportamento humano. O princípio fundamental do comportamento humano dirigida pelas leis é que a maioria dos seres humanos não gosta de mudar seu comportamento. Nesse sentido, a *primeira lei* de instrução diz que, se o professor não conferir uma pontuação para os Problemas Ricos em Contexto, os alunos não irão fazê-los. Seria maravilhoso se nós vivêssemos numa realidade educacional na qual os alunos fossem intrinsecamente motivados a aprender coisas novas, mas não é bem assim que acontece. Já a *segunda lei* relata que, fazer alguma coisa uma vez não é suficiente, pois a maneira mais eficaz para os seres humanos aprenderem qualquer habilidade complexa é a prática. Por exemplo, um indivíduo só irá aprender a ser alfaiate ocupado em uma alfaiataria, onde ele estará rodeado tanto por mestres

alfaiates como por outros aprendizes envolvidos na prática da alfaiataria em diferentes níveis de experiência. Nesse sentido os professores precisam ensinar os aprendizes através de uma combinação de atividades chamadas: **modelagem**, **suporte**, **treinamento** e **atenuação**, a repetição dessas atividades é essencial (HELLER e HELLER, 2010).

Na **modelagem** o aprendiz observa repetidamente o professor fazendo o processo de resolução, que geralmente envolve muitas habilidades diferentes que se relacionam. Esta observação permite que o aprendiz construa um modelo mental dos processos necessários para realizar a tarefa. O **suporte** é a estrutura que suporta o aprendizado do estudante. Ele pode incluir uma tarefa ou problema instigante, modelos, guias, tarefas práticas, e um conjunto de recursos relacionados ao aprendiz. Normalmente o **suporte** é removido o mais rápido possível, mas pode precisar ser reintroduzido mais tarde para um novo contexto. No **treinamento** o aprendiz tenta executar cada processo com a orientação e ajuda do professor, ou em aulas de reforço. Um aspecto fundamental do **treinamento** é o apoio, pois é a forma de ajuda que orienta o aprendiz para aproximar a execução de toda a sequência de habilidades em sua própria maneira. A interação professor-aluno e aluno-aluno fornece ao aprendiz um *feedback* instantâneo através do **treinamento**. Já na atenuação, uma vez que o aprendiz tem uma compreensão de todo o processo, o professor reduz o **suporte**, fornecendo apenas indícios limitados, refinamentos, e o *feedback* para o aprendiz. A interação entre a observação, **suporte**, interações entre pares, professor em **treinamento**, e a prática cada vez mais independente, ajuda o aprendiz a desenvolver habilidades de autonomia e a integrar essas habilidades com outros conhecimentos para avançar em direção a uma boa aprendizagem (HELLER e HELLER, 2010).

A resolução de Problemas Ricos em Contexto é uma habilidade mental complexa, e para o aluno aprender uma habilidade física complexa, eles resolvem o problema em um ambiente onde a resolução de problemas é modelada, ou seja, em um ambiente no qual o processo de aprendizagem tem o **suporte**, e os alunos são treinados com o **treinamento**, sendo que eles vão desaparecendo conforme os alunos se tornam melhores solucionadores de problemas. Tudo isso deve acontecer no que Heller e Heller (2010) chamam de um “ambiente de prática especialista”, em que o aluno deve ser capaz de responder às seguintes perguntas a qualquer momento na disciplina:

1. O que estamos aprendendo agora é importante?
2. Como é utilizado?
3. Como é que é relacionado com o que eu já sei?

A *terceira lei* de instrução refere-se à criação de uma estrutura com todo o processo de aprendizagem, e com os Problemas Ricos em Contexto o mais cedo possível. Essa lei ainda diz para não mudarmos de rumo no meio do caminho, pois posteriormente será necessário o professor ir reduzindo gradualmente essa estrutura. Os estudantes são muito resistentes a mudanças, é mais fácil os professores e alunos começarem com o que pode parecer uma estrutura rígida (por exemplo, um quadro de resolução de problemas e os papéis para trabalharem em grupos), e em seguida, ir desaparecendo gradualmente com esse quadro à medida que a estrutura não é mais necessária. É quase impossível impor uma estrutura no meio do curso (HELLER e HELLER, 2010).

Já a *quarta lei* de instrução diz para tornar mais fácil para os alunos fazerem o que você quer que eles façam e mais difícil de fazer o que você não quer que eles façam. Os seres humanos vão persistir em um comportamento previamente bem sucedido até que não é mais viável para a sobrevivência. Aprender uma nova maneira de pensar é um processo difícil, demorado e frustrante. Para os alunos aprenderem física através da resolução de problemas, não é suficiente modelar a solução de problemas, disponibilizar **suportes e treinamentos**, e ir desvanecendo gradualmente esses apoios. Você também deve fornecer barreiras para tornar óbvio para os alunos que as estratégias de resolução de problemas deles são mal sucedidas (HELLER e HELLER, 2010).

Os critérios, os passos e as leis de instrução são uma preparação para uma melhor eficácia na implementação dos Problemas Ricos em Contexto e ajuda os alunos a se tornarem solucionadores de problemas mais competentes.

Os Problemas Ricos em Contexto são projetados para incentivar os alunos a se envolverem e resolverem um problema real, enquanto desencorajam o uso natural das estratégias de resolução de problemas tradicionais ou mecânicos. O objetivo desse modelo de problema é dar aos alunos a prática da física, incorporando na sua rede de conhecimentos existente. Se os alunos compreenderem a física básica envolvida, o problema deve ser fácil de compreender e simples de resolver. Se os estudantes não têm esse entendimento, eles não devem ser capazes de fazer progresso em direção a uma solução no ponto em que o conceito da física surge (HELLER e HELLER, 2010).

Em outras palavras, deve ser evidente para o estudante, bem como para o professor, onde encontra-se a dificuldade do aluno, de modo que possa examinar seus conhecimentos físicos e obter ajuda se necessário. O que se segue no quadro 2 é um exemplo de um problema que pode ser feito numa disciplina de física. Outros exemplos estão nos apêndices 2, 3 e 4.

Quadro 2: Exemplo de um problema rico em contexto utilizado numa disciplina de física básica.

Problema rico em contexto:

Por causa de sua formação física, você conseguiu um emprego de verão como assistente técnico em uma empresa de telefonia, na Califórnia. Durante um recente terremoto, uma linha telefônica subterrânea, com 1,0 milha de extensão, foi esmagada em algum ponto. Esta linha telefônica é constituída por dois fios de cobre paralelos de mesmo diâmetro e de mesmo comprimento, que normalmente não estão conectados entre si. No local onde a linha está esmagada, os dois fios fazem contato. Seu chefe quer que você encontre este lugar de modo que o fio possa ser cavado e consertado. Você desconecta a linha do sistema de telefone, desligando os dois fios da linha em ambas as extremidades. Você, então, vai até uma das extremidades da linha e conecta um terminal de uma bateria de 6,0 V para um fio, e o outro terminal da bateria para um terminal de um amperímetro (que tem essencialmente resistência nula). Quando o outro terminal do amperímetro está ligado ao outro fio, o amperímetro mostra que a corrente através do fio é de 1 A. Em seguida, desliga tudo e viaja para o outro lado da linha telefônica, onde você repete o processo e encontra uma corrente de $1/3$ A.

Fonte: Adaptado de Heller e Heller, p. 112, 1999.

Existem características que são comuns a todos os Problemas Ricos em Contexto. A primeira é que alguns recursos dos problemas se destinam a incentivar os alunos a incorporar os princípios da física e práticas de resolução de problemas em sua rede de conhecimento, tomando decisões com base em suas ideias existentes. A segunda característica é projetada para desencorajarem, a tendência natural dos alunos, a utilização de estratégias de resolução de problemas como “*plug and chug*” e “padrões de solução”. Acima de tudo, este tipo de problema exige que o aluno tome decisões de maneira lógica e organizada. (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

A terceira, refere-se ao fato de ser difícil usar algumas equações e colocar números para obter uma resposta direta. A quarta característica é o fato de não ser fácil encontrar um padrão de solução que faça correspondência com esse problema para poder obter uma resposta. Observamos também, que é difícil resolver o problema sem uma primeira análise da situação proposta na questão, além de não ser fácil entender o que está acontecendo neste problema sem fazer um desenho que designa as quantidades importantes sobre essa imagem. Assim, os alunos são obrigados a praticar a visualização, pois nenhuma imagem é dada a eles. A visualização de uma situação realista oferece na prática do estudante a vinculação do

“conhecimento da física” com outras partes da estrutura de conhecimento do aluno. Isso faz com que a física fique mais acessível e mais fácil de ser aplicada a outras situações (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

A quinta característica observada é a questão do reforço à análise lógica utilizando conceitos fundamentais. A análise lógica é reforçada porque não há um caminho óbvio a partir da informação fornecida para alcançar a resposta desejada. Cada aluno deve construir esse caminho de forma incremental. A resposta para o problema pode ser alcançada de maneira simples, depois de uma análise lógica, utilizando os conceitos fundamentais da física. Essa análise é necessária, porque o problema não pode ser respondido num único passo (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

De acordo com Heller & Heller (1999) podemos perceber que todos os Problemas Ricos em Contexto apresentam as seguintes características:

- Cada problema é uma pequena história em que o personagem principal é o aluno, ou seja, cada declaração do problema usa o pronome pessoal "você";
- A declaração do problema inclui uma motivação plausível ou razão para "você" calcular algo;
- Os objetos são os problemas reais (ou imaginária) o processo de idealização ocorre de forma explícita;
- Nenhuma imagem ou diagramas são dadas com os problemas, os estudantes devem visualizar a situação usando suas próprias experiências;
- O problema não pode ser resolvido em uma única etapa, ligando números em uma fórmula.

Estas características enfatizam a necessidade de os alunos tomarem decisões usando seu conhecimento sobre a Física. Eles incentivam os alunos a verem a resolução de problemas físicos como algo que eles podem fazer com sucesso. Os Problemas Ricos em Contexto desencorajam a visão de que a resolução de problemas físicos é um exercício puramente matemático, sem aplicações do mundo real. Os problemas criados para serem resolvidos em grupo devem ser mais difíceis de resolver do que problemas tipicamente fáceis dados em uma avaliação individual, por exemplo. Mas, a maior dificuldade deve ser principalmente conceitual, não matemática, pois, os problemas tipicamente matemáticos são melhor realizados individualmente, não por grupos. Assim, problemas que envolvem matemáticas longas e tediosas, com pouca física ou problemas que requerem o uso de um atalho ou

"truque" não são bons problemas de grupo (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999).

Se o aluno já viu o problema antes e já sabe a sua solução, ele pode resolvê-lo por memorização. Mas, na maior parte do tempo os alunos nunca tiveram ou experimentaram a situação do problema antes. A resolução de problemas reais envolve a realização de uma cadeia lógica de decisões que levam a partir de uma situação pouco clara para uma solução. Resolver os problemas de física não é muito diferente de resolver qualquer tipo de problema real. Um físico que é bom em solucionar problemas é capaz de criar boas soluções para os novos problemas (HELLER e HELLER, 2010 e HELLER e HELLER, 1999). Mas, como é que um bom solucionador de problemas cria essas soluções? Como podemos aprender a ser um bom solucionador de problemas?

A estratégia de resolução de problemas aqui apresentada é baseada em pesquisas feitas em várias disciplinas como física, medicina (diagnóstico médico) e engenharia. Existem algumas semelhanças na forma como especialistas nesses cursos resolvem os problemas. O resultado mais importante é que os especialistas seguem uma estratégia geral para resolver todos os problemas considerado complexos, eles resolvem os problemas reais em vários passos. Começar a resolução do problema é o passo mais difícil, o primeiro passo é o mais importante, nele deve-se visualizar a situação com precisão, identificar o problema real e as informações relevantes para o problema. No primeiro passo lidamos principalmente com os aspectos qualitativos da situação, devemos interpretar o problema à luz do nosso próprio conhecimento e experiência social. Isso nos permite decidir qual informação é importante, qual informação pode ser ignorada, e qual informação adicional pode ser necessária, mesmo que ele não tenha sido explicitamente previsto. Nessa etapa fazer um desenho útil da situação-problema é crucial para começar corretamente (HELLER e HELLER, 1999).

Na segunda etapa, devemos representar o problema em termos de conceitos e princípios formais, nesses conceitos e princípios utilizamos o conhecimento acumulado do nosso campo de estudo e assim, permitir-nos simplificar um problema complexo para as suas partes principais e essenciais. Já na terceira etapa, devemos usar a nossa representação do problema para planejar uma solução. Os resultados do planejamento em um esboço de passos lógicos são necessários para obtermos uma solução. Em muitos casos, os passos lógicos são convenientemente expressos com a matemática. No quarto passo, devemos determinar uma solução executando as etapas lógicas descritas no nosso plano. Por final, devemos avaliar como a solução resolve o problema original (HELLER & HELLER, 1999).

Assim sendo, podemos resumir a estratégia geral em cinco passos:

- Compreendendo o problema;
- Representar o problema em termos formais;
- Criar um plano de solução;
- Executar o plano;
- Interpretar e avaliar a solução;

A estratégia começa com os aspectos qualitativos do problema e avança em direção aos aspectos quantitativos do problema. Cada etapa usa as informações recolhidas na etapa anterior, para traduzir o problema em termos mais quantitativos e para esclarecer as decisões que devemos fazer.

Para ensinar física através da resolução de problemas, os alunos iram precisar de um exemplo explícito de um quadro de resolução de problemas que direciona seus esforços para fazer ligações tanto entre os conceitos de física quanto entre seus conhecimentos. O quadro deve ser um guia lógico e organizado para construir uma solução para o problema. Ele recebe os estudantes e começam a orientá-los para o que vem posteriormente, organiza sua matemática, e os ajuda a determinar se a sua resposta está correta (HELLER e HELLER, 2010).

De tal modo, descreveremos um quadro geral de resolução de problemas utilizado por especialistas em todos os campos, em seguida, citaremos um exemplo de um quadro adaptado ao curso de física básica.

Sabemos que há muito tempo as pessoas geralmente seguem os mesmos passos para resolver qualquer problema. Muitos psicólogos e educadores têm descrito estas etapas de forma ligeiramente diferente, uma das descrições mais influentes é pelo matemático George Polya (1945 apud Heller e Heller, 2010):

1. Entenda o problema (ou seja, defina o problema);
2. Elabore um plano;
3. Realize o plano;
4. Olhe para trás e verifique se os seus resultados estão corretos.

Esses passos são uma simplificação de um processo complexo. Mas, o que orienta nossas decisões através dos vários caminhos possíveis na nossa resolução de problema? Polya (1957, apud Heller e Heller, 2010) introduziu a palavra “heurística” para as ferramentas de pensamento pelo qual os problemas são resolvidos. A palavra “heurística” significa um

“conjunto de regras e métodos que visam à descoberta, à invenção ou à resolução de problemas” (FERRREIRA, 2000, p.363). A heurística é uma regra de ouro - uma estratégia geral que é poderosa, mas não é absolutamente garantido que funcione. Por exemplo, pode-se utilizar uma heurística geral na etapa 1 (entenda o problema) para determinar o objetivo, os dados desconhecidos e as condições que se relacionam com os dados. Podemos também utilizar a heurística para elaborar um plano (etapa 2), chamado de trabalho *backwards*. Nessa etapa você pode começar com o objetivo final e, em seguida, decidir o que constituiria um passo razoável antes de atingir esse objetivo. Então o estudante deve perguntar a si mesmo qual passo seria antes disso, e assim por diante até chegar as condições iniciais do problema. Outra heurística geral é quebrar um problema em subproblemas em que o estudante pode resolver (HELLER e HELLER, 2010).

Geralmente não se usa heurísticas gerais para resolver problemas de livros didáticos, pois estes não são problemas reais. Para resolvermos esses problemas com técnicas tradicionais sabemos mais ou menos o caminho a tomar para obter uma solução, podemos trabalhar para frente a partir de conceitos físicos fundamentais e das informações fornecidas pela questão. Assim, uma questão torna-se um problema quando somos confrontados com uma situação atípica. Então usamos técnicas semelhantes às etapas de heurísticas gerais descritas por Polya (1957, apud Heller e Heller, 2010). Na maioria das vezes, é difícil para os especialistas em resolver problemas articular essas técnicas, porque elas são muitas vezes automatizadas e profundamente integradas em uma grande estrutura de conhecimento. Por exemplo, os físicos especialistas quando são confrontados com um problema desconhecido, muitas vezes, usam analogias com sistemas que eles entendem melhor, procuram possíveis limitações a essa analogia, consultam modelos mentais intuitivos para tentar entender como o sistema alvo se comportaria, investigam o sistema alvo com argumentos de casos extremos sondando como o sistema funcionaria se diferentes parâmetros forem tendidos a zero ou infinito. Eles podem ainda começar a resolução a partir do alvo desconhecido, dividindo o problema em subproblemas que podem ser resolvidos (HELLER e HELLER, 2010).

O quadro 3 a seguir mostra com detalhes o quadro geral de resolução de problemas investigado por Polya (1957, apud Heller e Heller, 2010).

Quadro 3: Quadro geral de resolução de problemas.

Passo 1 Entenda o problema	Traga o problema em foco, descrevendo a situação e objetivo (s) com a maior precisão possível. Descreva o problema nos termos desenvolvidos por sua área de especialização.
---	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Traduzir a situação e os objetivos para os conceitos fundamentais de seu campo usando a notação correspondente; • Decida as idealizações razoáveis e aproximações que você precisa fazer.
Passo 2 Elaborar um Plano	<p>Aplique as técnicas especializadas (heurística) de seu campo para desenvolver um plano, utilizando os conceitos de seu campo para conectar a situação com o objetivo.</p> <p>Reexamine a descrição do problema, se uma solução não parecer possível.</p>
Passo 3 Realizar o plano	<p>Siga o seu plano para o resultado desejado.</p> <p>Reexamine seu plano, se você não obtiver o resultado desejado.</p>
Passo 4 Olhar para trás.	<p>Veja se o seu resultado está de acordo com o problema e com seus conhecimentos.</p>

Fonte: Adaptado de Heller e Heller, 2010, p.39.

No entanto, professores de física são especialistas em solucionar problemas, provavelmente eles não prestam muita atenção no seu próprio quadro de resolução de problemas. Geralmente eles não precisam usar um quadro de resolução de problemas para solucionar problemas de introdução à física, pois não são realmente problemas para eles. Contudo, se o professor optar por utilizar a técnica de resolver problemas com seus alunos como uma ferramenta para a aprendizagem de física, ele terá que utilizar um quadro de resolução de problemas que enfatiza a aplicação de conceitos fundamentais e a conexão desses conceitos ao conhecimento existente do aprendiz, usando geralmente habilidades úteis para resolver o problema (HELLER & HELLER, 2010).

Este quadro deve ser projetado de modo que os alunos pratiquem a resolução de um problema de modo a analisar os aspectos conceituais do mesmo, antes de lançar-se no cálculo matemático. Isso faz com que cada aluno analise seus conhecimentos físicos para e com a ajuda de seus colegas e professor, corrija seus equívocos, impedindo assim a formação de novos. Esse quadro também deve enfatizar que o cálculo matemático é apenas uma pequena parte da solução do problema.

Na maioria das vezes, os alunos não aceitam facilmente novas técnicas de ensino, assim, é necessário que o professor explique e demonstre o quadro de resolução de problemas cada vez que introduzir um novo assunto. Vários estudos mostram que o ensino na sala de aula com esses quadros resulta numa melhor resolução de problemas. Heller e Heller (2010)

trazem um exemplo de uma implementação específica de um quadro de resolução de problemas para os estudantes em curso de física baseado em álgebra, descrito no Quadro 4. Esse quadro foi construído para corrigir as deficiências específicas na resolução de problemas dos alunos, com base na análise das soluções de problemas escritos por eles através de entrevistas informais e observações de estudantes que trabalham em grupos colaborativos. Além de ajudar os alunos a integrar os aspectos conceituais e processuais de resolução de problemas para que pudessem se tornar melhores solucionadores de problemas.

Quadro 4: Competente quadro de resolução de problemas com cálculos matemáticos.

Passo 1: Foco no Problema. Nesse primeiro passo você descreve qualitativamente o problema. Primeiro, visualize os eventos descritos no enunciado do problema fazendo um esboço. Escreva uma frase simples do que você pretende encontrar. Escreva as ideias físicas que serão usadas no problema e descreva a abordagem que você irá usar. Quando você finalizar esse passo, você não precisará voltar ao enunciado do problema novamente.

Passo 2: Descrevendo a Física. Nesse passo você usará seu entendimento qualitativo do problema para preparar uma solução quantitativa. Primeiro, simplifique a situação do problema descrevendo-a com um diagrama em termos de objetos físicos simples e quantidades físicas essenciais. Reveja o que você pretende encontrar nomeando quantidades matemáticas específicas no problema. Usando o conjunto de ideias físicas do passo 1, escreva equações físicas nas quais essas quantidades estão relacionadas de acordo com os princípios físicos ou matemáticos. Os resultados desse passo contêm todas as informações relevantes para que você não necessite voltar ao passo 1 novamente.

Passo 3: Planejando a Solução. Nesse passo você transforma a descrição física em um conjunto de equações que representam o problema matematicamente usando o conjunto de equações do passo 2. Cada equação terá um objetivo específico para encontrar uma única quantidade desconhecida no problema. Uma equação usada poderá envolver uma nova quantidade desconhecida que deverá ser determinada usando outra equação. Em outras palavras, solucionar um problema original normalmente envolve criar e resolver subproblemas. Como você realizou operações matemáticas para isolar as quantidades desconhecidas você criou um resumo de como encontrar uma solução. Você perceberá

que muito do seu esforço para decidir como construir uma sequência lógica para as equações diminui o esforço para realizar as operações matemáticas.

Passo 4: Executando o Plano. Nesse passo você realmente executa a solução planejada. Colocando todas as quantidades conhecidas em uma solução algébrica, as quais são o resultado do passo 3, para determinar o valor numérico da(s) quantidade(s) desconhecida(s).

Passo 5: Avaliando a resposta. Finalmente, verifique seu trabalho para ver se está realmente finalizado, racional, e realmente responde às perguntas feitas. Considere cada passo como uma tradução do passo anterior em uma linguagem um pouco diferente. Você começou com toda a complexidade de objetos reais interagindo no mundo real por meio de uma série de decisões, chegando finalmente em uma expressão matemática simples e precisa.

Fonte: Adaptado de Heller e Heller, 2010, p.41.

O quadro 4 tem cinco etapas, cada passo é composto de ações específicas que levam o aluno a decisões que confrontam as suas dificuldades e orienta-os para o próximo ponto de decisão a ser tomada na solução. Os professores irão reconhecer a maioria das ações como as coisas que eles esperam que seus alunos façam. Esse quadro de resolução de problemas é uma prescritiva do quadro usado para resolver Problemas Ricos em Contexto, pois ele é projetado tanto como uma ferramenta para a aprendizagem de física, quanto para mover estudantes da resolução de problemas tradicionais para a resolução de Problemas Ricos em Contexto. Por isso que os passos descritos no quadro 4 chamam-se “competente quadro de resolução de problemas”. É importante ressaltar que os detalhes da estrutura que o professor decide ensinar devem ser adaptados às necessidades e perfis dos seus alunos e à sua própria abordagem para a sua disciplina.

Os Problemas Ricos em Contexto são uma estratégia que leva o aluno a usar uma sequência lógica de ideias, e alguns recursos dos problemas destinam-se à incentivar os alunos a incorporar os princípios da física e práticas de resolução de problemas em sua rede de conhecimento, tomando decisões com base em suas próprias ideias. Os PRC desencorajam a utilização de estratégias de resolução de problemas como “*plug and chug* e padrões de solução”. Mas, esse tipo de problema exige uma grande compreensão de conceitos básicos de

física, incluindo a sua utilidade em situações particulares. Uma solução correta desse tipo de problema incorpora tanto os conceitos físicos, como uma interligação adequada a outras ideias que estão relacionadas com a situação física do problema (HELLER e HELLER, 2010). Dessa forma, não é fácil resolver esses problemas individualmente, eles são melhores resolvidos em grupos colaborativos de aprendizagem.

Segundo os Johnson's (2003), na Aprendizagem Colaborativa os alunos são desafiados socialmente, eles ouvem diferentes ideias e são obrigados a articular e defender seus pontos de vista. Uma das condições para que os grupos colaborativos ocorram é a interação promotora. Nela os alunos comunicam-se e ajudam uns aos outros para obter uma melhor aprendizagem. Dessa forma, a AC contribui para um melhor desenvolvimento social. Segundo Vygotsky (1994), a interação tem suma importância para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo, como também para a aprendizagem, pois é através dela que o aprendiz detém significados e certifica-se que os significados que está detendo são aqueles compartilhados socialmente.

De acordo com Vygotsky (1994), se não houver interação social ou intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aluno, não haverá ensino, aprendizagem e desenvolvimento cognitivo. Interação implica que todos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem devem ter oportunidade de falar e devem falar. A interação do indivíduo com outros mais experientes favorece seu desenvolvimento psicológico.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Um dos motivos para as investigações na área de ensino, e do processo educativo, serem fundamentais é que a educação é um elemento essencial no mundo globalizante, pois ela é influenciada por fatores políticos, sociais, históricos, econômicos entre outros. Assim, esse trabalho de pesquisa pretende fornecer uma análise da metodologia dos Problemas Ricos em Contexto através da perspectiva dos estudantes e os comportamentos dos mesmos, enquanto grupo colaborativo através dos papéis desempenhados por eles em uma disciplina de Física B na Universidade Federal de Sergipe.

O presente trabalho preocupou-se na compreensão da aprendizagem colaborativa e dos Problemas Ricos em Contexto, buscando estabelecer pontos de ancoragem com o processo de ensino e aprendizagem em aulas de Física B no ensino superior. Para tanto, foi necessário o contato direto e indireto com os alunos no contexto em que os fenômenos aconteciam, isto é, na sala de aula.

A pesquisa que realizamos ao longo de todo o trabalho investigativo sobre a aprendizagem colaborativa em sala de aula nos enviou a uma abordagem qualitativa de pesquisa por alguns fatores. Um deles nos remete ao fato de que a pesquisa qualitativa, conforme Triviños (1987), não segue uma sequência rigorosa como os passos de desenvolvimento de uma pesquisa quantitativa. Segundo ele numa pesquisa qualitativa,

...as informações que se recolhem, geralmente, são interpretadas e isto pode originar a exigência de novas buscas de dados. Esta circunstância apresenta-se porque o pesquisador não inicia seu trabalho orientado por hipóteses levantadas a priori cuidando de todas as alternativas possíveis, que precisam ser verificadas empiricamente, depois de seguir passo a passo o trabalho que, como as metas, têm sido previamente estabelecidos. As hipóteses colocadas podem ser deixadas de lado e surgir outras, no achado de novas informações, que solicitam encontrar outros caminhos. Desta maneira, o pesquisador tem a obrigação, se não quer sofrer frustrações, de estar preparado para mudar suas expectativas frente a seu estudo (TRIVIÑOS, 1987, p. 131).

Deste modo, o desenvolvimento da investigação foi guiado de maneira flexível, aberta a presunções e demarcações de novos caminhos para um melhor entendimento do estudo, permitindo reestabelecer os parâmetros traçados antecipadamente no estudo com a finalidade de originar um melhor entendimento do objeto investigado.

Além da flexibilidade investigativa, a fundamentação teórica da abordagem qualitativa corresponde a outro fator em que a investigação realizada se condiz. Visto que a pesquisa qualitativa pode nos proporcionar uma coleta de dados sem a presença de uma hipótese prévia, o referencial teórico se desenvolve com o prosseguir da pesquisa. Em qualquer método de pesquisa, é visivelmente indicativo que o pesquisador comece seus trabalhos apoiando-se em um aporte teórico que ampare a proposta investigativa desejada (GODOY, 1995).

No campo da pesquisa qualitativa, segundo Godoy (1995),

...algumas características básicas identificam os estudos denominados “qualitativos”. Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno (GODOY, 1995, p.21).

O mesmo autor ainda ressalta que há três tipos de pesquisa qualitativa: a pesquisa documental, o estudo de caso e a participante. O nosso trabalho é do tipo estudo de caso, pois ele se caracteriza “como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular” (GODOY, 1995, p.25). No estudo de caso, o pesquisador utiliza algumas técnicas fundamentais de pesquisa como a observação e a entrevista (GODOY, 1995).

Conforme Fiorentini (2007) trata-se de uma metodologia do tipo qualitativa e de campo, por se tratar de uma análise por meio da coleta de informações realizada “diretamente no local em que o problema ou fenômeno acontece e pode dar-se por amostragem, entrevista, observação participante, pesquisa-ação, aplicação de questionário, testes, etc.” (FIORENTINI, 2007, p.106).

O primeiro passo no desenvolvimento da pesquisa foi conhecer o plano de ensino e a metodologia adotada pelo professor que ministrou a disciplina de Física B direcionada para cursos diversos. Em seguida, ocorreu o primeiro contato com os sujeitos a serem estudados na Universidade Federal de Sergipe, a fim de coletar os primeiros dados que se iniciou no segundo semestre de 2015.

Os instrumentos de coleta de dados consistiram em observação não participante com gravações em áudio, entrevista e questionário. Os questionários ajudaram a traçar o perfil dos alunos que fizeram parte do estudo, já que eles foram aplicados a todos os alunos da turma (15 alunos), bem como coletar algumas informações que não puderam ser observadas. As

observações não participantes favoreceram para recolher o máximo de informação durante a realização de cada Problema Rico em Contexto, através das gravações em áudios.

Em seguida, discutiremos cada instrumento de pesquisa utilizado sobre pontos de vista de alguns autores, como também serão demonstrados como esses instrumentos foram utilizados e suas importâncias para alcançar os objetivos da pesquisa.

4.1 Técnica e instrumentos utilizados.

Como “o interesse central dessa pesquisa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação” (MOREIRA, 2009, p.6). Opta-se num primeiro instante como instrumento de pesquisa a observação não participante já que,

...nesse tipo de observação o investigador não toma parte nos conhecimentos objeto de estudo como se fosse membro do grupo observado, mas apenas atua como espectador atento. Baseado nos objetivos da pesquisa, e por meio de seu roteiro de observação, ele procura ver e registrar o máximo de ocorrências que interessa a seu trabalho (RICHARDSON, 2008, p.260).

Sendo assim, foi utilizada a observação em duas formas. A primeira observação não teve caráter de observação não participante e serviu para que os alunos sujeitos da pesquisa ficassem à vontade com a presença da pesquisadora e do gravador. Uma vez que, “é imprescindível manter um nível de relacionamento agradável e de confiança. Para tanto, os cuidados devem ser impostos desde a abordagem inicial, considerando que as primeiras impressões geralmente são significativas” (RICHARDSON, 2008, p.261).

A segunda observação foi do tipo não participante, realizada em dois grupos colaborativos (grupo 1 e grupo 2), para podermos recolher o máximo de informações durante a resolução de cada problema, além de servir para analisar seus comportamentos enquanto grupo colaborativo. É importante destacar que na observação não participante há uma participação da pesquisadora no registro das observações, procurando produzir pouca ou nenhuma interferência no ambiente de estudo.

Richardson (2008) afirma ainda que,

...a observação não participante é uma técnica indicada para estudos exploratórios, considerando que ela pode sugerir diferentes metodologias de trabalho, bem como levantar novos problemas ou indicar determinados objetivos para a pesquisa. Sua utilidade porém não se faz apenas em explorações; ela é igualmente indicada em estudos mais profundos, tanto nas ciências sociais quanto nas humanísticas (RICHARDSON, 2008, p.260).

Através das observações com auxílio dos áudios foi possível analisar os papéis desenvolvidos por cada aluno dentro do grupo colaborativo, bem como os tipos de raciocínios desempenhados por eles. Durante a análise dos papéis a pesquisadora observou que os grupos colaborativos realizavam outras funções além das estabelecidas na tabela 1 descrita no capítulo 3. Dessa forma, as funções acrescentadas estão destacadas em vermelho na tabela 2.

Tabela 2: Funções e responsabilidades de cada papel após a análise.

	FUNÇÕES
<u>GERENTE</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Dirigir a sequência de etapas; • Manter seu grupo focado no problema; • Certificar que todos estão participando; • Ficar atento ao tempo gasto em cada etapa; • Recordar o enunciado do problema; • Liderança na tomada de execução da atividade/discussão; • Liderança na tomada de execução da atividade pedindo ajuda ao professor.
<u>ECRIVÃO / VERIFICADOR</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Agir como escritor para o seu grupo; • Verificar se todos os membros do grupo compreendeu o que foi discutido; • Certificar que todos os membros do seu grupo concordam com os planos e ações; • Verificar se falta algo na tarefa ou nos passos.
<u>CÉTICO</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar que seu grupo entre em acordo muito rapidamente, duvidando das ideias pronunciadas; • Verificar se todas as possibilidades estão sendo exploradas; • Sugerir ideias alternativas.
<u>ENTUSIASTA / RESUMIDOR</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Dar um novo ânimo a seu grupo, quando a motivação estiver baixa: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sugerindo uma nova ideia; ✓ Através do humor; ✓ Sendo entusiasmado. • Resuma (reedite) as discussões e conclusões do seu grupo; • Confirmar se as ideias estão corretas.

Fonte: Adaptado de HELLER e HELLER, 1999.

Através das observações com auxílio dos áudios analisamos também os tipos de raciocínios desempenhados pelos sujeitos da pesquisa. Esses tipos de raciocínios foram fundamentados através do trabalho de Sinoti et al (2011). Sendo assim, foi necessário fazer

uma breve revisão no trabalho deles para podermos analisar as ideias pronunciadas dos alunos durante a resolução dos Problemas Ricos em Contexto, e categorizar essa análise por meio de uma estrutura que examina o desenvolvimento da argumentação, por meio das discussões em sala de aula.

O objetivo principal do trabalho de Sionti et al (2011) é o de desenvolver uma estrutura que capta o que é geral em todos os contextos referentes a aprendizagem colaborativa e cooperativa, além dos processos conversacionais identificados como valioso dentro dessas duas comunidades. Eles investigaram como a interação linguística humana funciona em sala de aula, e como os professores podem ensinar melhor as formas mais produtivas de interação nos intercâmbios de aprendizagem dos participantes da mesma, ou seja, professores e alunos.

A principal contribuição do trabalho de Sionti et al (2011) é a expansão e explicação da análise do que tem sido chamando de “*transactivity*” no discurso, estendido para o caso de discussão em sala de aula. Por exemplo, considere o seguinte trecho de diálogo (Chapin, O'Connor, e Anderson, 2003 apud Sionti et al, 2011):

S1: Bem, eu não acho que isso importa, em que ordem os números estão. Você ainda vai obter a mesma resposta. Mas três vezes quatro e quatro vezes três parece que eles poderiam estar falando de coisas diferentes.

Professor: Rebecca, você concorda ou discorda com o que Eddie está dizendo?

S2: Bem, eu concordo que não importa qual é o número em primeiro lugar, porque ambos dão-lhe doze. Mas eu não entendo o que Eddie quer dizer sobre “eles poderiam falar de coisas diferentes” (SIONTI; et al, 2011, p. 1).

Observe como o primeiro aluno começa com uma tentativa de expressar o seu raciocínio sobre a matemática. O professor então vem para incentivar outro aluno para atender e resolver sua tentativa de raciocínio. Assim, o segundo estudante responde articulando não apenas o seu próprio raciocínio, mas também como se relaciona com o raciocínio já expresso pelo primeiro aluno. Ao fazer isso, ela conheceu os dois critérios básicos para uma pronúncia transacional. Ela fez seu raciocínio explícito em sua articulação, além de fazer também uma conexão entre esse raciocínio e algum raciocínio explícito em um discurso previamente articulado. A facilitação do professor tem desempenhado um papel fundamental no sentido de incentivar esse comportamento transacional de conversação. Isso é o que chamamos de contribuições *transactive* (SIONTI et al, 2011).

A *transactivity* pode ser utilmente aplicada à discussão entre os grandes grupos de alunos em salas de aula, embora a sua aplicação não seja direta em todos os casos. Será

apresentado um esquema de codificação para controlar a ocorrência de contribuições *transactive* em uma discussão em sala de aula.

A investigação da conversação dentro da sala de aula, em termos das contribuições *transactive* depende de uma sala de aula em que a discussão tenha um lugar importante na metodologia do professor. Quando os alunos se reúnem para resolver um problema, trazendo com eles perspectivas diferentes, a interação faz com que os participantes considerem questões que eles não tenham visto da mesma forma. Através dessa interação, os alunos participam e auxiliam no raciocínio do outro, em outras palavras, assume e, possivelmente, transforma esse raciocínio e com isso eles se tornam conscientes de inconsistências entre o seu raciocínio e de seu parceiro ou até mesmo dentro de seu próprio modelo. Este processo foi denominado **discussão transacional**. Uma definição mais simplificada da discussão transacional seria "o raciocínio que opera o raciocínio dos outros", sendo que essa formulação também permite contribuições *transactive* para operar no raciocínio anteriormente expresso do próprio estudante. Através do engajamento do raciocínio e argumentação, os alunos irão melhorar suas habilidades intelectuais de pensamento (SIONTI et al, 2011).

Para estudarmos as interações dentro da sala de aula, o status de movimento do professor é um pouco desafiador. Por um lado, o professor está intimamente envolvido na conversação e, portanto, não é fácil separar a codificação dos movimentos do professor das dos alunos. No entanto, ao mesmo tempo, as contribuições do professor devem ser vistas como tendo um status especial, já que só o professor tem a responsabilidade de supervisionar e orquestrar a interação. Mas, o fato é que não estamos olhando para a mesma coisa entre o discurso do aluno e do professor. O professor pode até parecer, por vezes, como um co-aprendiz na modelagem dos tipos de comportamento que são desejados dos alunos, mas a verdade é que o professor nunca deixa o status de torcedor, orquestrador, e conhecedor primário. Portanto, podemos considerar nas contribuições *transactive*, as ajudas do professor para a discussão em sala de aula como suportes, ou até mesmo como *transactivity scaffolded* (SIONTI et al, 2011).

Enquanto os professores estão profundamente engajados na conversa, são os alunos que se destinam a beneficiar-se da interação. É a sua articulação do raciocínio que acreditamos que é valiosa para a sua aprendizagem. O professor está lá para apoiar a sua aprendizagem, não para aprender. E assim, o status do professor na conversa deve ser tratado separadamente. O professor e os alunos podem até desempenhar papéis recíprocos, em que o discente frequentemente fornece suportes para a interação entre os alunos, mas os alunos

nunca fornecem suportes para o professor, e ele raramente ou nunca demonstra dificuldade para articular seu raciocínio (SIONTI et al, 2011).

Mas o que conta como raciocínio dentro das interações? Algo que acontece frequentemente nas discussões de alunos são especialmente afirmações que assumem uma forma de exibir raciocínio, mas na verdade são apenas “regurgitações” de instruções que são dadas a eles. Isso não é contado como um processo de “exibição de raciocínio”, porque não exigem que os alunos pensem por si mesmo, além do que lhes foi dado. Entretanto, não queremos implicar numa desvalorização do papel da repetição produtiva dentro das discussões em grupo. Os professores, em particular, utilizam as repetições estrategicamente em sua aula como um meio para manter um enunciado vivo, a fim de fornecer um foco para a discussão. Mesmo para estudantes, reconhecemos que a sua repetição também pode servir para manter viva a pronúncia para si ou para seus colegas e, portanto, pode ser um passo importante no processo, mas essas repetições não são contatadas como tentativas de raciocínio (SIONTI et al, 2011).

Bem como na formulação de Sionti et al (2011), o nosso foco é a articulação do raciocínio dos alunos e assim, definir o que conta como um movimento de raciocínio. Dessa forma, eles consideram que os requisitos básicos para uma unidade de conversa contar como um *display* de raciocínio, é que ela tem de conter elementos de uma conexão entre alguns detalhes do problema que os estudantes estão tentando resolver e algumas ideias matemáticas, o que poderia ser um teorema ou uma ideia de um problema que eles resolveram anteriormente, ou alguma ideia de um livro que eles mencionem explicitamente.

Sionti et al (2011) descrevem códigos que representam uma tentativa de raciocínio (“REAS” *Code that Represents a Reasoning Attempt*) e descrevem também, códigos adicionais para as contribuições que não contam como raciocínio, mostrados na tabela 3.

Tabela 3: Códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio (SIONTI et al, 2011).

Tipo	Códigos	Definição
	<i>FORA DO FOCO</i>	Considerações totalmente fora do problema.
1 a	GESTÃO	Considerações ou movimentos de gestão, geralmente articuladas pelo professor.
1 b	TANGENTE	Considerações que não estão diretamente relacionadas com o problema.
1 c	AFIRMAÇÃO	Respostas ou afirmações simples.

1 d	REPETIÇÃO	Puras repetições.
-----	-----------	-------------------

Fonte: SIONTI et al, 2011, p.8.

FORA DO FOCO e GESTÃO são códigos feitos para comunicar algo diferente do conteúdo da tarefa. Por exemplo, FORA DO FOCO pode codificar especulações de brincadeiras:

Professor: Ok, o que você fez com suas duas tortas?

S: Eu comi!

Já o código GESTÃO contém todos os movimentos de gestão ou de anúncios, que geralmente são proferidas pelo professor. Por exemplo:

Professor: Você só precisa levantar a mão quando você e seu parceiro estiverem prontos, você tem que virar e falar com os outros sobre o que você escreveu e esperar até que a pessoa ao seu lado esteja pronta para conversar (SIONTIA et al, 2011).

A fim de identificar as contribuições que se encaixam em não raciocínio tipo 1b na Tabela 3, é preciso considerar a abrangência da tarefa que o professor definiu. O objetivo desta categoria é identificar o raciocínio que aborda essa tarefa a partir de algo que está relacionado com o tema, mas não está ligado diretamente a essa tarefa. Um exemplo disso poderia ser o seguinte: os estudantes estão resolvendo um problema, “quanto tempo leva um trem para ir do ponto A ao ponto B”, e ao invés de raciocinar sobre a matemática para resolver esse problema, os alunos começam a raciocinar sobre o porquê de um trem poder ou não, ser mais eficiente do que um carro para ir do ponto A ao ponto B. Uma razão para representarmos essa identificação dentro do esquema de codificação é com a finalidade de preservar a capacidade de aplicá-la também no caso da aprendizagem colaborativa, onde não há nenhum professor presente e essas conversas "fora do foco" acontecem, e não há um professor para mantê-los no caminho do raciocínio desejado, assim, eles saem pela tangente. Embora este raciocínio possa ser valioso e pode estar relacionado de alguma forma para o problema em questão, sabe-se que essas ideias podem ser valiosas para algum aprendizado, mas não foca diretamente nos conceitos destinados do professor através da lição (SIONTI et al, 2011).

Um enunciado pode ser marcado como TANGENTE se ele não for totalmente relacionado com a tarefa ou discussão, mas pode ser um raciocínio valioso, pode até ser matemática, porém não está diretamente relacionado com a tarefa em mãos. Por exemplo, o

seguinte enunciado está relacionado com o assunto, que é matemática, mas não é coerente com o resto do contexto.

S: Eu sei que isso provavelmente não é um bom momento para fazer esta pergunta, mas, hum, é possível que isso possa ser um quatro ao invés de três ou algo assim? (SIONTI et al, 2011).

Em não raciocínio tipo 1c, o enunciado do aluno não traz nada além do que lhes foi dado (repetições) ou o enunciado tem uma contribuição de baixo nível, ou seja, uma resposta simples e direta. Nesse código o aluno não está apenas raciocinando para dar uma resposta direta a um problema de matemática, por exemplo, sem nenhuma explicação, embora reconheçamos que para o aluno obter a resposta ele teve que atingir algum pensamento. É importante considerar que se não foi contado o enunciado do aluno como um *display* de raciocínio explícito não significa que se assumiu que o aluno não estava pensando (SIONTI et al, 2011).

Segundo Sionti et al (2011), se o pronunciamento do aluno for apenas uma instrução para manter o enunciado vivo sem ir mais além, ou seja, uma repetição pura, então consideramos como não raciocínio do tipo 1d. Nessa categoria iremos codificar como REPETIÇÃO cada enunciado que está apenas repetindo o que já havia sido articulado, possivelmente para manter a pronúncia viva. Por exemplo:

Professor: Lembre-se que não existem quaisquer números negativos.

S: Não existem números negativos... Hummm!

Enunciados que não foi atribuída uma categoria até o momento será tipicamente enquadrado na categoria de raciocínio (REAS) de forma explícita a articular uma ligação entre um detalhe relacionado a um problema ou solução e alguma ideia matemática ou conceitos. No entanto, é importante notar que nós não estamos supondo que o raciocínio articulado está completo ou correto. Sionti et al (2011) considera como REAS o exemplo a seguir, pois ele introduz um conceito, a fim de apoiar a objeção do estudante, embora o raciocínio apresentado não é matematicamente correto.

S1: não é um número inteiro

S2: sim, é

S1: um número negativo não é um número inteiro.

Uma vez que nós identificamos uma declaração como pertencente à categoria REAS, podemos então perguntar se isto é simplesmente uma externalização, o que não se conecta com qualquer raciocínio exibido anteriormente, ou se é transacional, o que, por definição,

significa que ele se conecta com alguma exibição anterior de raciocínio. Assim, por contribuições marcadas com o código REAS, passamos a aplicar a categorização apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Tipos de raciocínio.

REAS	DESCRIÇÃO
Não Transacional	São apenas externalizações, raciocínios que não tem referência a outro raciocínio explícito.
Transacional	Raciocínios que tem conexões com outro raciocínio explícito.

Fonte: Adaptado de Sionti et al, 2011.

Como raciocínio não transacional consideramos cada externalização, ou seja, a articulação de pensamentos para o grupo que não se refere ao raciocínio apresentado anteriormente. Isso incluiria, por definição, qualquer exibição inicial de raciocínio após o professor dar a classe uma tarefa para trabalhar. Note que isso não significa que a resposta do estudante é de qualidade inferior, significa simplesmente que é um *display* inicial de raciocínio, podendo então, oferecer oportunidades para os alunos conectarem raciocínios a ele em contribuições posteriores (SIONTI et al, 2011).

Como raciocínio transacional, consideramos as contribuições que mostram articulações de raciocínio que se conectam com exposições de raciocínio proferidas anteriormente, ou seja, o professor pede ao aluno para fornecer mais informações sobre seu raciocínio articulado anteriormente. Nesse tipo de raciocínio vemos a contribuição inicial do aluno, em seguida, o pedido do professor, e, finalmente, o raciocínio auto orientado do aluno (SIONTI et al, 2011).

Sendo assim, essas categorias para análise do desenvolvimento do discurso dos alunos em grupo foram essenciais para a análise das ideias proferidas por eles. Entretanto, as análises dos raciocínios e funções que cada membro do grupo desempenhou não são suficientes para responder nossos objetivos de pesquisa. Assim, foi utilizado como instrumento para coleta de dados a entrevista semiestruturada.

Segundo Triviños, a entrevista semiestruturada “valoriza a presença do investigador, além de oferecer todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação” (TRIVIÑOS, 1987, p.146). Sabendo disso, a segunda etapa da pesquisa para coleta de dados foi a entrevista semiestruturada em grupo, em que entrevistamos as 3 alunas mais assíduas nos dois grupos

estudados, para assim sabermos quais as respostas mais frequentes dos alunos acerca dos objetivos citados em tópicos anteriores. Segundo Fiorentini,

Na entrevista semi-estruturada o pesquisador aprofunda-se sobre um fenômeno ou questão específica, organiza um roteiro de pontos a serem contemplados durante a entrevista, podendo, de acordo com o desenvolvimento da entrevista, alterar a ordem deles e, até mesmo, formular questões não previstas inicialmente (FIORENTINI, 2007, p. 121).

A entrevista foi constituída por nove perguntas abertas relacionadas as atividades realizadas em sala de aula. As perguntas e respostas das alunas estão descritas no capítulo 5.

Além das observações e entrevista também utilizamos o questionário misto como instrumento de coleta de dados, pois combinam perguntas fechadas e abertas, a todos os alunos da turma, com o intuito de coletar dados complementares na fase exploratória da pesquisa, visto que os questionários podem ser aplicados a um grande número de pessoas sem que necessite o contato direto do pesquisador com o sujeito pesquisado (FIORENTINI, 2007).

Considerando que as perguntas são de alguma forma, uma possível tradução das hipóteses da pesquisa, “a opção por esse instrumento de coleta de informações exige do pesquisador conhecimentos sobre o tema e sobre o nível de conhecimento da população pesquisada” (FIORENTINI, 2007, p.117). Por isso optamos por aplicar os questionários na fase final da coleta de dados.

4.2 Universo da pesquisa.

O universo de estudo desse trabalho contemplou uma turma de Física B do departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe Campus Profº Alberto Carvalho. Os sujeitos desta pesquisa, foram 15 alunos dessa turma. A escolha da turma se deu pelo fato do professor dessa disciplina trabalhar com a metodologia dos Problemas Ricos em Contexto.

A pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2015, sendo a amostra caracterizada por 15 alunos, dos quais 10 são do sexo feminino e 4 do sexo masculino. A idade máxima entre eles é 30 anos e a mínima é 21 anos.

A observação não participante foi realizada durante todo o período da disciplina. Porém, só conseguimos coletar informações completas na resolução dos três últimos Problemas Ricos em Contexto, nos outros problemas, o grupo colaborativo escolhido não conseguiu terminar as resoluções durante as aulas. Dessa forma, foram analisadas informações das resoluções de três problemas. O problemas 1 e 2 foram resolvidos pelo que chamaremos de grupo 1, e o grupo 2 que continham 4 membros resolveu o problema 3, sendo

que o grupo 2 contém duas componentes do grupo 1. Os problemas estão descritos nos anexos 1, 2 e 3. Já o questionário foi respondido por todos os 15 alunos da disciplina, com o intuito de coletar informações sobre a percepção dos mesmos sobre as atividades realizadas em sala de aula. A entrevista foi realizada com as três alunas mais assíduas nas aulas de resolução de problemas.

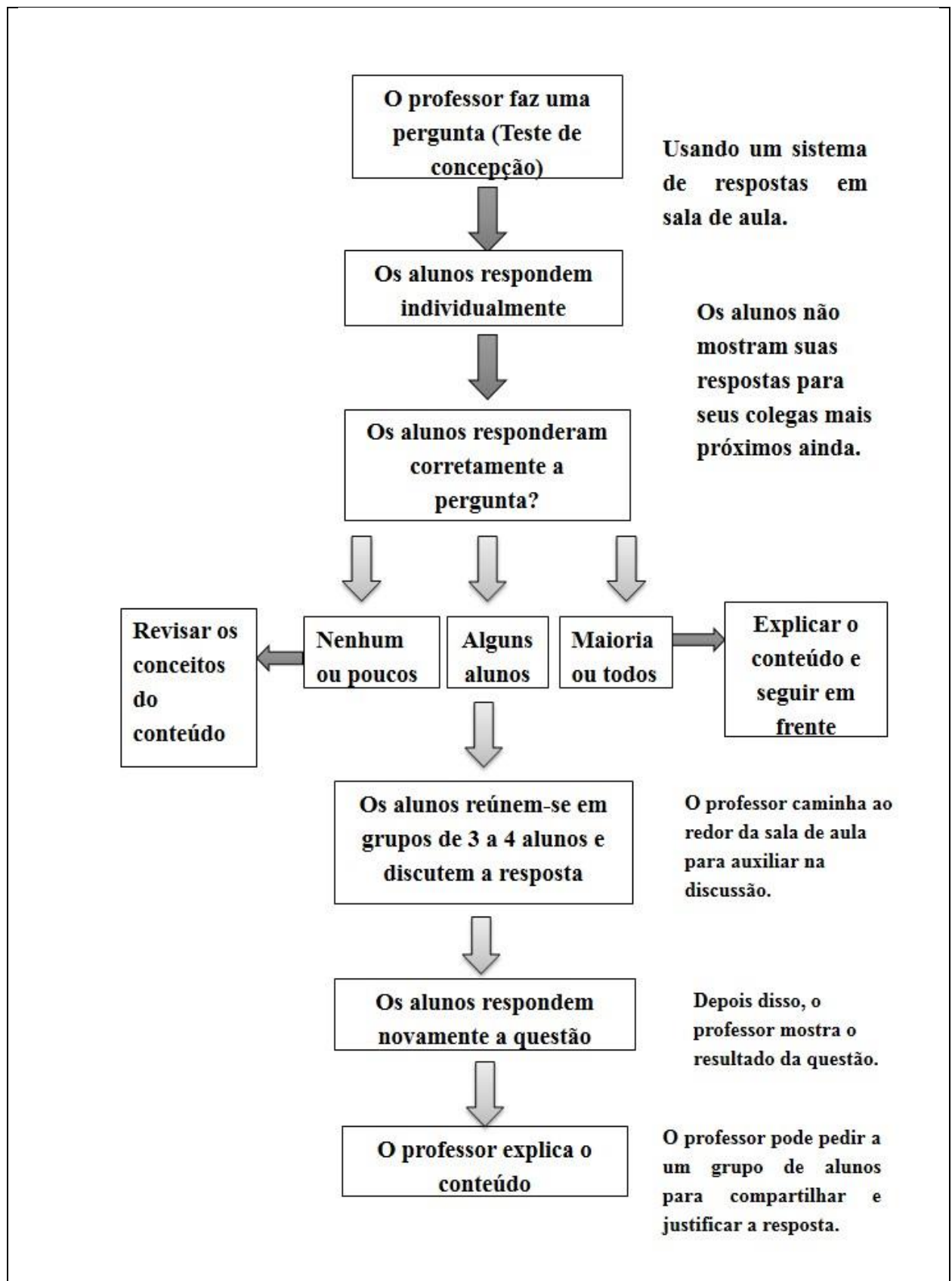
Como dito anteriormente por Heller e Heller (2010) no capítulo 3 dessa dissertação, para uma melhor resolução dos Problemas Ricos em Contexto os grupos colaborativos devem ter no mínimo três alunos e no máximo quatro. Pois, os grupos devem ser estruturados de acordo com os papéis. De tal modo, na aula da resolução do problema 3 faltaram alguns alunos na turma, e o grupo que estava sendo observado e analisado ficou com quatro membros, por isso foi chamado de grupo 2.

O conteúdo desenvolvido no semestre foi Eletromagnetismo. Os três últimos problemas contemplavam os seguintes assuntos: problema 1- Campo magnético e forças magnéticas; problema 2- Fontes de campo magnético; problema 3- Indução eletromagnética. Os estudos dos assuntos de cada problema foram desenvolvidos durante duas aulas de 50 minutos cada. A resolução desses problemas também foram desenvolvias em duas aulas de 50 minutos cada.

As aulas eram estruturadas da seguinte maneira:

- Quatro aulas de 50 minutos para a explanação do conteúdo. Essa explanação era realizada através de diversas metodologias, como: experimentação, simulações e Instrução por Colegas (*Peer instruction*) (ver resumo dessa metodologia na figura 2);
- Duas aulas de 50 minutos para a resolução de um Problema Rico em Contexto como exemplo e o trabalho em grupo dos alunos para a resolução de um Problema Rico em Contexto proposto pelo professor.

Figura 2: Resumo da Instrução por Colegas.



Fonte: A autora (2016).

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

O objetivo desse capítulo é apresentar e analisar os resultados coletados através das ferramentas usadas durante a investigação, abrangendo as informações obtidas antes, durante e após a intervenção pedagógica.

A utilização das ferramentas e técnicas de coleta de dados como, gravações em áudios, observações e questionários, foram importantes para identificar como os alunos se comportam durante a resolução de problemas, bem como a percepção dos mesmos a respeito da aprendizagem colaborativa. Buscou-se observar se cada componente do grupo se preocupava em executar seu papel proposto pelo mesmo, identificar qual o papel que cada aluno está desenvolvendo em cada pronúncia identificada, além de identificar também quais os tipos de raciocínios nas pronúncias.

Para Vygotsky (1994) o desenvolvimento cognitivo sinaliza a dependência do desenvolvimento cognitivo do indivíduo com o meio social. Assim, a interação social é um dos fatores necessários para o desenvolvimento cognitivo em sala de aula. Se consideramos a relação entre os membros de um grupo, não só como uma troca de significados, mas como um processo de desenvolvimento construído em conjunto, a interação social pode garantir o desenvolvimento integral do indivíduo. Podemos considerar a aprendizagem como uma prática social, conduzida pela utilização dos instrumentos e signos construídos socialmente, no meio onde o indivíduo está situado. Desse modo, o contato aluno-aluno, interagindo colaborativamente e ativamente na troca de experiências e ideias, possibilita a promoção de novos conhecimentos.

Sendo assim, fez-se o uso dos Problemas Ricos em Contextos atrelados a Teoria Vygotskiana como um elemento essencial no processo de aprendizagem em física. Os Problemas Ricos em Contextos trabalhados em grupo, estimulam uma socialização no processo ao qual alunos resolvem problemas em comum e constroem conhecimentos relevantes para a sociedade, fazendo o uso de técnicas para motivar e facilitar a aprendizagem. Assim, os Problemas Rios em Contexto constroem o conhecimento através do desenvolvimento da atividade em grupo com a colaboração do professor e de todos os

componentes do grupo. De tal modo, os problemas solucionados em grupo de aprendizagem colaborativa, almejam contribuir no desenvolvimento da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos envolvidos.

Os problemas utilizados estão descritos nos anexos 1, 2 e 3. Como já foi mencionado, no decorrer da resolução dos problemas em sala de aula foram feitos registros através de áudio e observação da pesquisadora. Finalizando a coleta de dados, foi realizada uma entrevista com as três alunas mais assíduas no grupo e foi aplicado um questionário com perguntas mistas, sem qualquer explicação prévia, onde os alunos teriam oportunidade de se expressarem livremente sobre o que acharam das atividades realizadas em sala entre outras questões.

5.1 Dados relacionados ao problema 1.

Problema Rico em Contexto 1:

Você está trabalhando em um projeto para fazer um motor mais eficiente. Sua equipe está investigando a possibilidade de fazer válvulas eletricamente controladas que abrem e fecham a entrada e saída de um motor de combustão interna. A sua tarefa é determinar a estabilidade da válvula por meio do cálculo da força em cada um dos seus lados e a força resultante sobre a válvula. A válvula é feita de um pedaço retangular fino, mas forte, de material não magnético transportando corrente ao longo de suas bordas formando um circuito fechado. O retângulo tem 0,35 centímetros x 1,83 centímetros. A válvula é colocada num campo magnético uniforme de 0,15 T de tal forma que o campo se situa no plano da válvula e é paralelo aos lados mais curtos do retângulo. A região com o campo magnético é ligeiramente maior do que a da válvula. Quando a chave é fechada, uma corrente de 1.7 A entra no lado curto do retângulo, de um lado da válvula e deixa o lado oposto. Para gerar correntes através dos fios ao longo dos lados cumpridos da válvula, uma resistência é inserida no fio em cada uma destas faces. O valor do resistor de um lado é duas vezes maior que no outro lado.

Pelo enunciado do problema acima, a válvula constitui uma espira retangular com resistores em seus lados mais compridos, a espira está numa região onde há um campo magnético uniforme paralelo aos lados mais curtos da espira, que é percorrida por uma corrente contínua. O questionamento é o seguinte: determinar a estabilidade da válvula por meio do cálculo da força em cada um dos seus lados e a força resultante sobre a válvula.

Sendo assim os principais conceitos que devem aparecer na resolução dos alunos são os de força magnética e torque sobre uma espira de corrente contínua.

5.1.1 Análise dos papéis desenvolvidos dentro do grupo.

Nos anexos 1, 2 e 3 encontram-se as transcrições feitas pela pesquisadora de todas as discussões das alunas durante as aulas correspondentes as resoluções dos Problemas 1, 2 e 3. Dessa forma, enumeramos todas as transcrições para facilitar a análise dos comportamentos das alunas durante as resoluções. Os números representados nas tabelas 5 à 13 são as linhas correspondentes as falas das alunas nas transcrições do discurso das mesmas no referido problema, o hífen entre dois números corresponde ao intervalo de fala longa da discente, ou seja, quando a fala da aluna dá mais de uma linha. Nas discussões das tabelas 5 à 7 (tabelas referentes ao problema 1) será mostrado um exemplo de como foi classificada cada função nas falas das alunas. Isso mostra como as linhas das transcrições se encaixam nas funções. Dessa forma, as tabelas 8 à 13 terão o mesmo padrão de caracterização.

Tabela 5: Papéis e funções que cada membro do grupo colaborativo está desempenhando em cada momento na resolução do problema 1.

Papéis	Funções	Alunas e número de linhas		
		A	B	C
Gerente	Dirigir a sequência dos passos	26,31-32, 35,127 (4)		29-30,34, 116-118 (3)
	Manter o grupo focado no problema	79-81 (1)	57-58 (1)	79-81, 149-151 (2)
	Certificar que todos estão participando			
	Ficar atento ao tempo gasto em cada etapa			
	Recordar o enunciado do problema	37-42, (1)	27-28,57- 58,64, 68-70,72, 105-106, 108-109, 112 (8)	
	Liderança na tomada de execução da atividade/discussão	59-60,65 (2)		
	Liderança na tomada de execução da atividade pedindo ajuda ao professor	95,99, 101-102, 140-141, 114. (5)		92,119. (2)
Escrivã/ Verificadora	Escriba do grupo		27-28, 36,43, 66,93, 121-122, 146-148,	110-111 (1)

			(7)	
	Verificar se houve compreensão de todos os membros do grupo			
	Verificar se todos concordam com os planos e ações			
	Verificar se falta algo na tarefa ou no passo		128 (1)	
Cética	Evitar que o grupo entre em acordo rapidamente duvidando das ideias pronunciadas	46,91,135 (3)	139 (1)	61 (1)
	Verificar se todas as possibilidades estão sendo exploradas			
	Sugerir ideias alternativas	130,154, (2)	75-76, 144-145.(2)	71,73,155 -156.(3)
Entusiasta	Sugerir novas ideias	63,67,74, 107. (4)	113,126, 131-133.(3)	124-125 153. (2)
	Resuma ou reedite as discussões e conclusões do grupo		84-86,89-90. (2)	136-137 (1)
	Ser entusiasta ou dar novo ânimo ao grupo			
	Confirmar se as ideias estão corretas	87-88,158 (2)	152,157 (2)	134 (1)

Consideramos como uma exibição, consideração, especulação ... entre outros termos sinônimos que possam vir a aparecer nas análises dos dados, como sendo uma iniciativa de fala. Os números entre parênteses e em negrito dispostos nas tabelas 5 à 13, referem-se ao total de exibições ou falas de cada aluna em cada função ou característica de raciocínio e não raciocínio.

As funções que cada aluno deve desenvolver no grupo colaborativo estão descritos na tabela 2 (capítulo 4). Antes de iniciar a resolução do problema as alunas dividiram entre elas os papéis de cada uma no grupo colaborativo, a aluna A foi a gerente, a aluna B a escritã e a aluna C ficou como cética. Ao analisar as discussões das alunas no problema 1, percebeu-se que a aluna B que teve o papel de escritã/verificadora, cumpriu sua função, pois ela agiu como uma **escriba para seu grupo** todo o tempo, conseguindo 7 exibições nessa função, sempre anotando todas às informações apontadas pelo grupo. Como mostra a linha 36 “*como desenha uma válvula*”, a linha 43 “*Aqui assim?*”, a linha 66 “*como é que eu vou desenhando um campo?*”, a linha 93 “*vou desenhando parecido com o livro e vamos perguntar ao professor*”, a linha 121 “*deixe-me passar a limpo agora*”, entre outras... Além de contribuir no desenvolvimento da tarefa quando ela **verificou que faltava algo no passo 2**, que era o diagrama das forças (linha 128 “*já fizemos um esboço dos resistores agora falta da força*”).

Mas o papel de gerente foi dividido entre todos os membros do grupo, a aluna A obteve 13 exibições, a aluna B 8 exibições e a aluna C 7 exibições, contestando as funções escolhidas pelas alunas no início da resolução do problema. Entretanto, podemos ver que a

maioria das exposições da aluna A foi de tomada de decises, fazendo perguntas ao professor quando o grupo estava em dúvida, como mostra o trecho 95-104 e as funcoes **Liderança na tomada de execucao da atividade/discussao** (linhas 59-60 “*entao vai ter um campo magnetico aqui...como e que o professor desenha um campo magnetico?*”, linha 65 “*entao desenhe um campo assim...do lado*”) e **Liderança na tomada de execucao da atividade pedindo ajuda ao professor** (linha 95 “*professor...podemos nos basear nesse desenho?*” linha 114 “*professor depois venha aqui, por favor!*”).

E importante destacar tambem, que a aluna B enquanto gerente, **recordava o enunciado do problema** algumas vezes, mostrando que o grupo teve dificuldade em interpretar o problema, como por exemplo, a linha 57-58 (“*gente olhe ... a valvula e colocada num campo magnetico uniforme de tal forma que o campo se situa no plano*”). As funcoes de **manter o grupo focado no problema e dirigir a sequencia dos passos** ficaram divididas entre as alunas B e C, como podemos ver esse trecho em que a aluna C puxou a atencao do grupo nas linhas 79-81: “*pois e ... tambem concordo ... gente o professor disse que, para desenhar a valvula podemos nos basear nessa figura aqui olhe ... ela vai ficar girando, abrindo e fechando.*” Percebemos tambem que alem da funcao de gerente as integrantes B e C do grupo dividiram a funcao de cetica, **sugerindo ideias alternativas** nas linhas 75-76 “*entao se esta paralelo aos lados mais curtos, provavelmente ele vai sair do papel...ne nao?*” e **duvidando de alguns conceitos proferidos pelo grupo** na linha 139 “*a forca esta para o lado direito ou esquerdo?*”

A funcao de entusiasta tambem prevaleceu nas interacoes do grupo colaborativo, pois, essa funcao obteve 17 exposicoes distribuıdas entre todas as componentes do grupo, 9 dessas exposicoes sao referentes a **ideias fisicas sugeridas** na resolucao do problema (linha 74 “*gente...ja sei!...O campo tem que colocar a seta para indicar a direcao*”), 3 sao **resumos de discussoes** do grupo (linhas 89-90 “*a gente esta querendo saber a respeito do campo magnetico nao e? O campo magnetico se situa no plano da valvula e e paralelo aos lados mais curtos do retangulo*”) e 5 sao **confirmacoes de ideias** proferidas anteriormente pelo grupo (linhas 152 e 157 “*isso mesmo*” “*e isso que temos que descobrir!*”).

5.1.2 Análise dos raciocínios.

5.1.2.1 Exposicoes de nao raciocinio

Tabela 6: Características dos códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando naquele momento na resolução do problema 1.

Tipo	Códigos	Características	Alunas e número das linhas			Número das linhas
			A	B	C	Professor
1	Fora do problema (Considerações totalmente fora do problema).	Especulações de brincadeiras	53,77 (2)	54,78 (2)	55-56 (2)	
		Especulações referentes aos passos da resolução do problema	26, 31-32, 35,127 (4)		29-30, 34, 116 (3)	
		Especulações referentes aos papéis.	26 (1)		25 (1)	
1a	Gestão (Considerações ou movimentos de gestão, articuladas pelo professor ou gerente do grupo).	Ajuda do professor (andaimes)				96-98, 100,103, 120,142. (5)
		Especulações de gerência no grupo (Pedindo ajuda ao professor)	95,99, 101-102, 140-141, 114. (5)		92, 119, (2)	
1b	Tangente (Considerações que não está relacionado diretamente com o problema).	Especulações com bons conceitos, mas não relaciona-se com a discussão ou a resolução do problema.	48,51 (2)	47,49, 52 (3)	50 (1)	
1c	Afirmação	Respostas simples.	63,67 (2)	62 (2)		
		Afirmações simples.	91,107 (2)	66 (1)	61 (1)	
1d	Repetição	Repetindo o enunciado	37-42 (1)	27-28, 57-58, 68-70, 105-106, 108-109, 112,64,72 (8)	117-118 (1)	
		Repedindo o que já havia sido articulado		89-90 (1)		
		Cópia de raciocínios de outros grupos	130 (1)			

Ao analisar a tabela 6 observamos que houve muitas considerações do tipo 1, já que essa categoria obteve 15 exhibições. A maioria delas foram proferidas pelas alunas A e C, elas realizaram 7 e 6 exhibições respectivamente. Essas exhibições foram **especulações referentes aos passos da resolução do problema** (linha 26 “então eu sou a gerente. Vamos lá!..

Primeiro... qual é a frase?”, linhas 29-30 “ah::: ... antes de mais nada, qual é o esboço?... Vamos fazer o esboço primeiro”), **aos papéis desenvolvidos** no grupo (linha 26 “*então eu sou a gerente. Vamos lá!.. Primeiro... qual é a frase?*”) e a algumas **especulações de brincadeiras** (linhas 53-56 “*: mas... tudo bem!*” “*a gente tem que imaginar!*” “*o professor tem que fazer algumas perguntas mais femininas para mulheres! tipo secador de cabelo... nós saberíamos perfeitamente desenhar! Rsrrsrsrsr*”).

A aluna A também realizou 5 movimentos de gestão **pedindo ajuda ao professor** (linha 95 “*Professor... podemos nos basear nesse desenho?*”, linha 114 “*professor depois venha aqui, por favor!*”), podemos observar nesse tópico que o grupo utilizou poucos suportes fornecidos pelo professor, como mostra a característica “**ajuda do professor**” nas considerações de gestão. O grupo também **fez especulações de conceitos que não se relaciona com a resolução do problema**, como mostra o trecho 47-52 :

Aluna B: mulher o que eu conheço por válvula, não é aquele negócio

Aluna A: válvula de botijão?...

Aluna B:... tipo assim... quando você puxa a válvula de escape!

Aluna C: essa válvula não é de botijão.

Aluna A: é de motor né?! Eu nunca vi!!!

Aluna C: nem eu!

Elas estavam discutindo se a válvula descrita no problema era de botijão ou não, mas logo em seguida reconheceram pela descrição no enunciado do problema que essa válvula pode ser de carro e não de botijão, a essas considerações dá-se o nome de Tangente. As considerações do tipo 1c são perguntas e respostas triviais relacionadas ao problema, distribuídas em **Respostas e Afirmações Simples**, podemos citar como exemplo duas falas pronunciadas pelas alunas B e A: “... *o fio está na volta!*” “... *I é corrente!*”. Por fim, podemos perceber através da tabela 6 que o grupo realizou muitas considerações do tipo 1d, a maior parte delas foi efetivada pela aluna B, **repetindo o enunciado** do problema em 9 especulações (linhas 37-42 “*uma peça retangular fina! Né não? Qualquer coisa... rsrsrs... Aqui olhe!... na questão diz. “A válvula é feita de um pedaço retangular fino, mas forte, de material não magnético que tem em volta um fio de condução de corrente ao longo de suas bordas formando um circuito fechado. O retângulo tem 0,35 centímetros x 1,83 centímetros.” Ao redor ele tem um fio de condução de corrente....Você pinte para dizer que é um fio*”). Isso mostra que o grupo estava com muita dificuldade em interpretar o enunciado, comprovando o resultado da tabela 2. É importante ressaltar que o grupo também obteve **raciocínios**

plagiados na linha 130 “... Olhe! O grupo ali fez em campo vetorial, tipo X e Y ”, ou seja, elas colaram do outro grupo ao lado.

5.1.2.2. Exibições de raciocínio

Tabela 7: Características dos tipos de raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 1.

Tipo	Códigos	Características	Alunas e número das linhas		
			A	B	C
2	Não Transacional (Raciocínios que não tem referência a outro raciocínio explícito)	Exibições iniciais de conceitos	59-60, 65, 135.(3)	112-113, 139.(2)	71,110-111, 124. (3)
		Exibições iniciais com a ajuda do professor	79-81 (1)		
2a	Transacional (Raciocínios que relacionam-se com outro raciocínio explícito)	Exibições que relacionam-se com as especulações do professor	143 (1)	144-148 (1)	84-86 (1)
		Exibições que relacionam-se com as especulações proferidas anteriormente	74,87-88,154,158 (4)	72,75-76,126,128,131-133 (5)	73,136-137, 149-151, 153, 155-156 (5)

Através da tabela 7 podemos observar que houve poucas exibições do tipo 2 seja ela **exibições iniciais realizadas apenas pelas alunas ou com a ajuda do professor**. As exibições do tipo 2 são considerações iniciais que não estão relacionadas com qualquer outro conceito dito anteriormente, são raciocínios que podem ser conectados com exibições futuras, por exemplo a linha 124, “*A abordagem que iremos usar é a força magnética para uma corrente contínua*”. Já as do tipo 2a, são **considerações que tem algum tipo de ancoragem com conceitos ditos anteriormente**. Essas realmente mostram as articulações de raciocínio relacionadas com os conceitos físicos do problema, por exemplo, “... e a resistência!”, esse exemplo foi um raciocínio articulado após a linha 124. Mas, o grupo só obteve 17 exibições desse tipo de raciocínio. Isso mostra que o grupo demorou para entender o problema proposto pelo professor, pois não deu tempo para o grupo finalizar a resolução do problema em sala de aula.

Deste modo, observamos nas tabelas 6 e 7 que 65 % das tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio foram contribuições negativas, ou seja, são exibições de não raciocínio e apenas 35 % foram contribuições positivas de raciocínio.

5.2 Dados relacionados ao problema 2.

Problema Rico em Contexto 2:

Você está projetando os apoios de uma linha de alta tensão que deverá levar energia elétrica para a cidade a partir de uma barragem. Os dois cabos de cobre que compõem a linha de alimentação funcionarão lado a lado. Cada cabo está suspenso por tiras leves verticais não condutoras, de 80 cm de comprimento, ligadas a postes de concreto. Antes de a corrente ser ligada, as tiras estão penduradas em linha reta para baixo, apoiando os cabos de modo que eles estão separados por 10 cm. Por razões estruturais, os cabos não podem ser separados por mais do que 15 cm ou menos do que 5 cm. Você precisa especificar a corrente máxima que seu projeto vai permitir. Os cabos de cobre que irão ser utilizados têm um peso de 100 N por metro.

O questionamento do problema 2 é saber qual a corrente máxima que vai passar pelos cabos de cobre. Assim sendo, os principais conceitos físicos que deverão aparecer na resolução do problema 2 são: Lei de Ampère, Força magnética; Força magnética entre condutores paralelos; Equilíbrio estático; Força peso e Tração.

Quando os alunos solucionaram o problema 2 eles podem ter tido dificuldades quanto ao entendimento conceitual da Lei de Ampère, como já foi dito no capítulo 1. Os alunos tendem a ver na lei de Ampère somente como uma maneira mais simples de calcular o módulo do campo magnético e não entendem o fato de que uma corrente elétrica gera um campo magnético. O entendimento da lei de Ampère é essencial para incorporar a ele conceitos como: “campo magnético variável causa uma corrente elétrica induzida”. Se os alunos não entendem bem essa lei, a resolução dos problemas relacionados ao eletromagnetismo torna-se difícil.

5.2.1 Análise dos papéis desenvolvidos dentro do grupo.

Tabela 8: Papéis e funções que cada membro do grupo colaborativo está desempenhando em cada momento na resolução do problema 2.

Papéis	Funções	Alunas e número de linhas		
		A	B	C
Gerente	Dirigir a sequência dos passos	20,49,199 (3)	103 (1)	22 (1)
	Manter o grupo focado no problema	67. (1)		
	Certificar que todos estão participando			

	Ficar atento ao tempo gasto em cada etapa			
	Recordar o enunciado do problema		37 (1)	31,42 (2)
	Liderança na tomada de execução da atividade/discussão	104,108,156 (3)	97,163,172,197 (4)	44, (1)
	Liderança na tomada de execução da atividade pedindo ajuda ao professor	34,39,83,146,186 (5)	109,112,116,121,126,136,138,140,147,149,166 (11)	142 (1)
Escrivã/ Verificadora	Escriba do grupo	26,57, 67-68,79,86,106,198 (7)	23,46-48 (2)	
	Verificar se houve compreensão de todos os membros do grupo		53 (1)	
	Verificar se todos concordam com os planos e ações		33 (1)	
	Verificar se falta algo na tarefa ou no passo			107 (1)
Cética	Evitar que o grupo entre em acordo rapidamente duvidando das ideias pronunciadas		76 (1)	75,100,162,175 (4)
	Verificar se todas as possibilidades estão sendo exploradas		50 (1)	52 (1)
	Sugerir ideias alternativas	173 (1)	78,184 (2)	25,28 (2)
Entusiasta	Sugerir novas ideias	54,72,105,158,180 (5)	80,157 (2)	94,96 (2)
	Resuma ou reedite as discussões e conclusões do grupo	92 (1)	87-91,154,159.(3)	152 (1)
	Ser entusiasta ou dar novo ânimo ao grupo			
	Confirmar se as ideias estão corretas			

Nessa resolução de problema o grupo não decidiu qual o papel de cada membro.

Ao analisar as exibições desenvolvidas por cada membro do grupo na tabela 8 percebeu-se que todas as alunas transitaram em todos os papéis, com exceção da aluna C que não obteve exibições como escritã/verificadora. As alunas que se destacaram como gerente foram as alunas A e B, com 12 e 17 exibições respectivamente. Elas realizaram esse papel dirigindo a sequência dos passos, mantendo todos os membros do grupo focados no problema, demonstraram liderança na tomada de execução da atividade e pedindo ajuda ao professor. Essa última função de gerente foi mais proferida pela aluna B, pois ela obteve 11 exibições nessa função, como podemos ver no seguinte exemplo: “... professor olhe... eu pensei no seguinte... aqui vai ser mais ou menos como o exemplo que você tinha dado no problema da aula passada né?”. Quem desempenhou o papel de escritã/verificadora foram as alunas A e

B com 7 e 4 exibições respectivamente. A aluna A foi a escriba do grupo todo o tempo, já a aluna B além de anotar algumas informações recolhidas pelo grupo, também verificou se todos estavam compreendendo e verificou se todos estavam conscientes de suas ações e tarefas propostas. A aluna C destacou-se como cética, com 7 exibições sendo a maior parte delas evitando que o grupo entrasse em acordo rapidamente e sempre que podia sugeria ideias alternativas para raciocínios anteriores. As funções de entusiasta foram desempenhadas por todos os membros do grupo, elas sugeriram ideias novas e resumiam as discussões do grupo como também recordavam as conclusões, como podemos ver nos exemplos: “*eu acho que vai usar campo magnético entre dois fios, porque se vai passar corrente, então vai gerar um campo.*” “*pelo o que eu entendi, se as correntes estão com sentidos contrários elas vão se repelir, quando ele ligar os fios vão se separar já que é força de repulsão. Entende?!*”

5.2.2 Análise dos raciocínios.

5.2.2.1 Exibições de não raciocínio

Tabela 9: Características dos códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 2.

Tipo	Códigos	Características	Alunas e número das linhas			Número das linhas Professor
			A	B	C	
1	Fora do problema (Considerações totalmente fora do problema).	Especulações de brincadeiras	24,45,86,104,156.(5)	154-155,129. (2)	44 (1)	
		Especulações referente aos passos da resolução do problema	49 (1)	103 (1)	22, 102 (2)	
		Especulações referente aos papéis.				
1a	Gestão (Considerações ou movimentos de gestão, articuladas pelo professor ou gerente do grupo).	Ajuda do professor (andaimes)				36,38,40, 43,65,85, 111,115, 120,122, 125,127, 130,133, 135,137, 139,141, 143,148, 150,168, 170,188, 190,192, 194,196
		Especulações de gerência no grupo (Pedindo ajuda ao	20-21, 34-35, 67-68,	50-51, 109, 110 (3)	52 (1)	

		professor)	83 (4)			
1b	Tangente (Considerações que não está relacionado diretamente com o problema).	Especulações com bons conceitos, mas não relaciona-se com a discussão ou a resolução do problema.				
1c	Afirmação	Respostas simples.	193.(1)	193(1)	193(1)	
		Afirmações simples.	173-174 (1)			
1d	Repetição	Repetindo o enunciado			31-32, 42 (2)	
		Repedindo o que já havia sido articulado				
		Cópia do livro didático				

Após a identificação das contribuições que se encaixavam em não raciocínio tipo1, observamos que o grupo obteve 12 exhibições, sendo 6 da aluna A e as alunas B e C tiveram 3 exhibições cada uma. A maior parte dessas exhibições foram especulações de brincadeiras, por exemplo, “*então... como será o diagrama dessa coisa aqui... ((risos))*”. As contribuições de não raciocínio tipo 1a pronunciadas pelas alunas são especulações de gerência do grupo colaborativo pedindo ajuda ao professor, por exemplo, “*professor! Venha ver se esse desenho está indo certo?!...*”. Elas não obtiveram nessa resolução de problema contribuições de não raciocínio do tipo Tangente. Mas, o grupo adquiriu contribuições de não raciocínio de Afirmação e Repetição com 4 e 2 exhibições respectivamente. A exhibição de Afirmação mostrada na linha 193 foi um retorno simples, sem nenhuma explicação, que o grupo concedeu após uma pergunta do professor, já a exhibição das linhas 173 e 174 foi uma simples afirmação que a aluna A obteve com outro grupo, essa exhibição não contamos como raciocínio, pois ela não raciocinou para obtê-lo.

5.2.2.2 Exhibições de raciocínios

Tabela 10: Características dos tipos de raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 2.

Tipo	Códigos	Características	Alunas e número das linhas		
			A	B	C
2	Não Transacional (Raciocínios que não tem referência a outro raciocínio explícito)	Exibições iniciais de conceitos	54-55, 72-73,158.(3)	23,53,157 (3)	
		Exibições iniciais com a ajuda do professor	39,186-187 (2)	37, 112-114 (2)	
2a	Transacional	Exibições que	92,124,134,	46-48, 86-91,	94,124,

	(Raciocínios que relacionam-se com outro raciocínio explícito)	relacionam-se com as especulações do professor	146,191,195 (6)	116-119, 121, 124,126,136, 138,147,149, 166-167,191,195 (13)	142, 152-153, 191,195 (6)
		Exibições que relacionam-se com as especulações proferidas anteriormente	25,180-183, 198 (3)	76,78,80, 97-99, 159-161, 163, 164, 172, 184-185 (9)	75,96,162 (3)

Após a identificação das contribuições que se encaixavam em raciocínio explícito Não Transacional, observamos que o grupo obteve 10 exibições, articuladas pelas alunas A e B. Dessas exibições 4 foram pronunciações iniciais com o suporte do professor e 6 foram pronunciações iniciais de conceitos físicos. A maior parte das exibições foram do tipo Transacional, pois o grupo obteve 40 exibições. A aluna B foi quem mais se destacou nesse tipo de raciocínio, com 22 exibições. Ela esforçava-se ao máximo para responder as perguntas do professor quando o grupo acionava o suporte do professor, mostrando interesse em aprender e compreender os conceitos físicos do problema, como podemos observar na seguinte fala: *“então... elas irão ter forças repulsivas... então a gente poderia utilizar aqui... aquela fórmula para encontrar o campo...”*. As alunas A e C obtiveram 9 exibições de raciocínios transacionais cada uma, sendo 12 deles raciocínios que interagem com o suporte do professor e 6 deles que relacionam-se com raciocínios proferidos anteriormente pelo grupo.

Assim, através das tabelas 9 e 10 observamos que o grupo colaborativo obteve 26 exibições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio e 50 exibições que contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio. Exibindo que o grupo se esforçou na resolução do problema, sempre pedindo ajuda ao professor para compreender os conceitos físicos. Não houve mais exibições de raciocínio explícito porque o grupo não conseguiu terminar o problema durante a aula, as alunas terminaram a resolução fora do horário da aula.

5.3 Dados relacionados ao problema 3.

Problema Rico em Contexto 3:

Você está em um emprego de verão trabalhando em uma empresa desenvolvendo sistemas para, em condições de segurança, mover grandes cargas descendo rampas. O sistema de segurança que sua equipe está investigando consiste em uma barra condutora que corre em dois trilhos condutores paralelos que descem a rampa. A barra é perpendicular aos trilhos e está em contato com eles. Na parte inferior da rampa, os dois trilhos são ligados entre si. Um ímã com polos acima e abaixo da rampa cria um campo magnético uniforme vertical. Antes de definir-se um teste de laboratório, você decide calcular a velocidade da barra de deslizamento para baixo da rampa, como uma função da massa da barra, da intensidade do campo magnético, do ângulo da rampa em relação à horizontal, da distância entre os trilhos, e da resistência da barra. Assuma que todos os outros condutores no sistema têm uma resistência muito menor do que a barra.

Conforme o problema 3 acima podemos perceber que o questionamento é saber a velocidade da barra de deslizamento para baixo da rampa, como uma função da massa da barra, da intensidade do campo magnético, do ângulo da rampa em relação à horizontal, da distância entre os trilhos, e da resistência da barra. Dessa forma principais conceitos físicos que deverão aparecer na resolução do problema são: Indução eletromagnética, mais precisamente, corrente elétrica induzida; Força eletromotriz induzida; Força magnética; Força peso e suas componentes.

5.3.1 Análise dos papéis desenvolvidos dentro do grupo.

Tabela 11: Papéis e funções que cada membro do grupo colaborativo está desempenhando em cada momento na resolução do problema 3.

Papéis	Funções	Alunas e número de linhas			
		A	C	D	E
Gerente	Dirigir a sequência dos passos	23,29, 65-66, 75, 77-79, 95-96,122, 195 (8)	39-40 (1)		80,98, 146 (3)
	Manter o grupo focado no problema	177 (1)		52 (1)	
	Certificar que todos estão participando	68,71. (2)			
	Ficar atento ao tempo gasto em cada etapa				
	Recordar o enunciado do problema		61 (1)		24-26, 62-64.(2)
	Liderança na tomada de execução da atividade/ discussão	43 (1)			110 (1)
	Liderança na tomada de execução da	117,136			159,163

	atividade pedindo ajuda ao professor	-137.(2)			(2)
Escrivã/ Verificadora	Escriba do grupo		178-182. (1)	27-28, 36-38, 69-70, 81-83, 99, 106,109, 111-113, 184.(9)	123-135 (1)
	Verificar se houve compreensão de todos os membros do grupo				88-89, 91,93.(3)
	Verificar se todos concordam com os planos e ações			72 (1)	
	Verificar se falta algo na tarefa ou no passo	100,183 (2)		114,194 (2)	84-86, 115-116 (2)
Cética	Evitar que o grupo entre em acordo rapidamente duvidando das ideias pronunciadas	34 (1)		57,87, 94 (3)	50 (1)
	Verificar se todas as possibilidades estão sendo exploradas				44-45 (1)
	Sugerir ideias alternativas	49 (1)	59 (1)	48,92 (2)	103-104, 47,73,(3)
Entusiasta	Sugerir novas ideias	53 (1)	101,191-193. (2)	41-42,102 (2)	31, 142, 107-108 (3)
	Confirmar se as ideias estão corretas				54-56, 58 (2)
	Resuma ou reedite as discussões e conclusões do grupo				185-190 196-199, 35, (3)
	Ser entusiasta ou dar novo ânimo ao grupo				

Antes de iniciar a resolução do problema as alunas dividiram entre elas os papéis de cada uma no grupo colaborativo, a aluna A foi a gerente, a aluna D escritora, a aluna C cética e a aluna E foi a entusiasta. Ao analisar as exposições desenvolvidas por cada membro do grupo percebeu-se que a aluna E foi quem mais se destacou, pois ela transitou em todos os papéis do grupo obtendo 27 exposições no total. Como gerente ela adquiriu 8 exposições dirigindo a sequência dos passos, mantendo o enunciado do problema vivo na discussão recordando-o sempre que podia (“*temos que calcular a velocidade da barra como uma função da massa da barra ...*”), assumindo a liderança na execução da tarefa e também pedindo ajuda ao professor. Como escritora/verificadora ela foi a escriba do grupo nas linhas 123 à 135 referente ao passo 3 na resolução do problema, ela também verificou se faltava algo na atividade e se todos os membros do grupo compreenderam as ideias discutidas como mostra o trecho 87-93, nesse momento a aluna D não estava entendendo o raciocínio do grupo e a aluna E explicou as ideias físicas que elas estavam discutindo, ajudando a aluna D entrar em acordo com o

raciocínio do grupo, fazendo o papel de verificadora. Como Cética ela duvidou de algumas ideias físicas propostas na discussão, verificou as possibilidades do sistema proposto no problema e ainda sugeriu algumas ideias alternativas. Como entusiasta ela sugeriu novas ideias, confirmou algumas ideias propostas pelo grupo como mostra o trecho 54 à 56 em que ela explica a ideia da aluna A e resumiu as discussões e conclusões do grupo, principalmente nos passos 3 e 5.

A aluna A cumpriu a função proposta por ela no início da resolução do problema pois ela dirigiu a sequência dos passos (*“sim... depois disso nós fazemos um esboço do problema”*), ficou atenta as ideias propostas no grupo cumprindo sua função na liderança na tomada de execução da atividade, certificando que todas estavam participando e pedindo ajuda ao professor. Ela adquiriu 14 exibições como gerente, mas também adquiriu 2 exibições de verificadora, 2 exibições de cética e uma como entusiasta onde ela sugeriu uma ideia. A aluna D também cumpriu sua função de escrivã quase todo o tempo, mas assim como a aluna E, ela transitou entre os papéis e obteve 5 exibições como cética sendo que 3 delas foram para evitar que o grupo entrasse em acordo rapidamente e duvidando de algumas ideias proferidas pelo grupo. Já a aluna C foi a que menos interagiu no grupo pois, ela obteve apenas 6 exibições no total. Mas ela teve um bom desempenho como escrivã, onde fez a conferência das unidades físicas no passo 3 da resolução do problema como mostra as linha 178 à 182, e como cética sugerindo uma ideia física alternativa (*“acho que temos é indução eletromagnética ao invés de campo magnético.”*).

No trecho 136-176 todos os componentes do grupo estavam construindo conhecimentos com o auxílio dos suportes fornecidos pelo professor.

5.3.2 Análise dos raciocínios.

5.3.2.1 Exibições de não raciocínio

Tabela 12: Características dos códigos referentes às contribuições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando no momento da resolução do problema 3.

Tipo	Códigos	Características	Alunas e número das linhas				Número das linhas
			A	C	D	E	Professor
1	Fora do problema (Considerações totalmente fora do problema).	Especulações de brincadeiras	60,140, 200 (3)		106 (1)		
		Especulações referente aos passos	23,29,34 ,65-66,	39 (1)	57, 194 (2)	35. (1)	

		da resolução do problema	77-79, 75,183, 195(8)				
		Especulações referente aos papéis.					
1a	Gestão (Considerações ou movimentos de gestão, articuladas pelo professor ou gerente do grupo).	Ajuda do professor (andaimes)					118,119, 138,139, 141,143, 147,151, 154-158, 160-162, 165,168, 170,173, 175.
		Especulações de gerência no grupo (Pedindo ajuda ao professor)	68,71, 117,136, 177.(5)		52 (1)		
1b	Tangente (Considerações que não está relacionado diretamente com o problema).	Especulações com bons conceitos, mas não relaciona-se com a discussão ou a resolução do problema.					
1c	Afirmação	Respostas simples.					
		Afirmações simples.					
1d	Repetição	Repetindo o enunciado		61 (1)	27-28 (1)	24-26, 44-45, 62-64 (3)	
		Repedindo o que já havia sido articulado			69-70 (1)		
		Cópia do livro didático			36-38 (1)		

Ao analisar a tabela 12 percebemos que não houve exibições de não raciocínio do tipo 1b e 1c, observamos também que o professor forneceu muitas exibições do tipo 1a que são contribuições proferidas por ele para fornecer suportes para o grupo, mostrando que o grupo articulou alguns conceitos com o professor. Houve também, exibições de gestão enunciadas pelas alunas A e D, elas administraram as ideias do grupo, mantiveram o grupo focado no problema e pediram ajuda ao professor nas linhas 117 e 136. As exibições tipo 1 de todos os membros do grupo foi referente aos passos da resolução do problema, a distribuição dos papéis de cada uma no grupo e especulação de brincadeiras. Nesse tipo de exibições a aluna A destacou-se com 11 exibições, a maioria delas referente a especulações sobre os passos na

resolução do problema, já que ela foi a gerente do grupo. As exibições do tipo 1d foram puras repetições do enunciado do problema, repetições de ideias que foram expostas por elas anteriormente e cópia do esboço no livro didático.

5.3.2.2 Exibições de raciocínio

Tabela 13: Características dos tipos de raciocínio que cada membro do grupo colaborativo está realizando naquele momento da resolução do problema 3.

Tipo	Códigos	Características	Alunas e número das linhas			
			A	C	D	E
2	Não Transacional (Raciocínios que não tem referência a outro raciocínio explícito)	Exibições iniciais de conceitos	53 (1)	178-182 (1)	41-42, 81-83 (2)	
		Exibições iniciais com a ajuda do professor				123-135, 163 (2)
2a	Transacional (Raciocínios que relacionam-se com outro raciocínio explícito)	Exibições que relacionam-se com as especulações do professor	167, 169, 172, 174 (4)	167, 169, 172, 174 (4)	164, 167, 169, 172, 174 (5)	120, 142, 150, 167, 169, 172, 174 (7)
		Exibições que relacionam-se com as especulações proferidas anteriormente	43, 49, 95 (3)	59, 101, 191-193 (3)	48, 72, 92, 94, 99, 102, 111-113, 114 (8)	47, 54-56, 73, 84-86, 88, 89, 91, 98, 103, 107, 110, 115, 185-190, 196-199. (14)

Uma boa parte das exposições das alunas foram consideradas como raciocínio, como mostra a tabela 13. As exibições do tipo 2 são considerações iniciais que não estão relacionadas com qualquer outro conceito dito anteriormente, são raciocínios que podem ser conectados com exibições futuras e exibições iniciais logo após o suporte dado pelo professor, como podemos ver nos exemplos: “...teremos campo magnético... o que mais? ... tem força de atrito? Tem né?” “Professor, se eu aumentar a resistência vai aumentar a velocidade é?”. Nas exposições de raciocínio do tipo 2a o grupo obteve 48 exibições que são considerações que tem algum tipo de ancoragem com conceitos ditos anteriormente, um número razoável, mostrando que o grupo interagiu com conceitos físicos para resolver o problema proposto. A maioria das exibições do tipo 2a foram das alunas E e D com 21 e 13 exibições respectivamente, comprovando o resultado da tabela 11 onde a aluna E foi a que mais interagiu transitando em todos os papéis do grupo colaborativo.

Assim, através das tabelas 12 e 13 concluímos que o grupo colaborativo obteve 23 exibições que não contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio e 54 exibições que contam como tentativas de mostrar explicitamente o raciocínio. Mostrando que o grupo se empenhou bastante para resolver o problema. Um dos motivos para o grupo obter esse resultado foi que, a resolução do problema foi realizada totalmente em sala de aula, já que os outros problemas sempre ficavam para as alunas terminarem fora da sala de aula.

5.4 Análise da entrevista

5.4.1 Entrevista realizada com as três alunas que foram mais assíduas nos grupos.

Terminando a coleta de dados foi realizada uma entrevista com os membros mais assíduos no grupo colaborativo. A entrevista foi constituída com nove perguntas, com o intuito de identificar assuntos que não foram possíveis registrar com os áudios e as observações feitas pela pesquisadora. Deste modo, os alunos teriam oportunidade de se expressarem livremente sobre o que acharam das atividades realizadas em sala entre outras questões.

Questão 1: *Qual a sua opinião sobre os problemas ricos em contextos?*

A aluna A e C relataram que os problemas ricos em contextos são bons, mas eles não estavam inseridos no cotidiano delas. No entanto a aluna B concorda parcialmente com a ideia da colega. Segundo ela, o problema estava na dificuldade que elas sentiram em interpretar a atividade, elas tinham que ler o enunciado do problema várias vezes para assim poder começar a resolvê-lo.

Aluna B: (...) *a questão não é só ah::: por que ele colocou um contexto muito mais complexo do que a gente imagina. Eu acho que o problema não estava tanto nas questões e sim no nosso entendimento entendeu? ... Na nossa dificuldade que tivemos desde o início para poder entender o que ele queria ... para poder desenrolar a pergunta e fazer todos os passos que foi a dificuldade que tivemos também (...).*

Questão 2: *Quais as vantagens e desvantagens dos problemas ricos em contextos?*

Conforme as entrevistadas, foram mais vantagens que desvantagens. A única desvantagem foi o fato da metodologia aplicada pelo professor ser nova e elas não estavam acostumadas com a forma de resolver os problemas, mas se elas tivessem estudado desde o

início da graduação com esse método elas iriam ter uma melhor aprendizagem dos conteúdos vistos. Uma das vantagens foi conhecer coisas que não fazem parte do cotidiano delas, outra vantagem foi que, os problemas induzem os alunos a pensar e imaginar, ao contrário do método tradicional de resolver problemas e a melhor vantagem foi a oportunidade que a resolução dos problemas ricos em contextos proporcionam no compartilhamento de ideias.

Aluna C: a vantagem é que faz a gente pensar ... imaginar (...).

Aluna B: (...) não só nós (...) mas eu creio que a maioria do pessoal da universidade estamos acostumados a receber tudo nas mãos e com esses problemas não ... ou a gente pensava ou não saía ... então a gente tinha que pensar para ver realmente qual era o primeiro passo ... depois o segundo e assim por diante. Eu acho que essa foi a maior vantagem ... outra vantagem foi a comunicação que nos permitiu compartilhar ideias e assim resolver o problema com mais clareza.

Aluna C: eu também acho que a principal vantagem foi essa... Por que até agora as metodologias adotadas pelos meus professores são ensinamentos dados ... ou seja ... é algo pronto em que o que eu precisava era só da fórmula para responder a questão... várias vezes isso aconteceu (...)

Questão 3: *Quais as principais dificuldades sentidas por vocês em relação à realização dos problemas ricos em contexto?*

Foram muitas as dificuldades sentidas pelas alunas. Uma delas foi conseguir realizar e seguir os passos corretamente. Outra dificuldade foi seguir os papéis propostos por elas no grupo colaborativo. Elas disseram que se conseguissem realizar as funções de cada uma, talvez poderiam realizar os passos corretamente.

Aluna B: eu concordo com Aluna A na questão dos passos por que a gente começa a fazer um passo aí tá tudo bem ... terminávamos o primeiro passo ... quando chegávamos no segundo aí a gente via que estava faltando algo do primeiro e voltava pro segundo e assim por diante ...

Imaginar e compreender os problemas também foi uma das dificuldades além de não existir um feedback no final da aula do professor para o aluno.

Aluna C: Outra dificuldade é a questão de imaginar (...) compreender e entender os problemas.

Aluna A: *Outra dificuldade era que a gente nunca sabia se realmente nossas respostas estavam certas... Não existia um feedback de imediato do professor para o aluno.*

Questão 4: *Os problemas ricos em contexto permitem uma aprendizagem mais eficaz?*

Nessa pergunta observou-se uma avaliação negativa das entrevistas, pois só a aluna A confirmou que os problemas ricos em contexto permitem uma aprendizagem mais eficaz. Mas contradizendo as respostas delas, a entrevistadora fez a seguinte pergunta: *O que faltou nos problemas ricos em contexto para que eles pudessem tornar-se mais eficazes? Por que vocês me disseram que eles têm vantagens e pouquíssimas desvantagens ... então eles têm uma possibilidade de ter uma boa aprendizagem.*

Todas as entrevistadas responderam que, a falta de clareza e objetividade dos problemas.

Aluna B: (...) *elas deveriam ser um pouco mais objetivas ... por que as vezes nós víamos lá um texto enorme que você lia e relia e não encontrava nada que te auxiliasse a responder a questão.*

Questão 5: *Vocês têm preferência em realizar as atividades em grupo ou individual? Por quê?*

As alunas A e C responderam que preferem em grupo, pois proporciona discussões, e sentem mais confortáveis para tirar dúvidas entre os colegas do que com o professor. Mas, a aluna B disse que depende da atividade.

Aluna A: *em grupo... Por que nós conseguimos discutir muitas coisas que é trivial para me mas não é para meu colega e daí consigo aprender mais rápido.*

Aluna B: *para me eu acho que depende... Se for uma questão do tipo dos problemas contextualizados eu creio que em grupo ... mas outras atividades eu prefiro individual.*

Aluna C: *eu prefiro em grupo... Por que eu não tenho uma segurança em me mesma e também por que gera discussão ... quando eu tenho alguma dúvida talvez o outro que esteja comigo saiba tirar minha dúvida.*

Questão 6: *Qual(is) sua(s) opinião(ões) a respeito da aprendizagem colaborativa e se os problemas ricos em contexto promoveram uma aprendizagem colaborativa?*

Todas as entrevistadas responderam que não foi colaborativo, pois elas só trabalhavam colaborativamente em sala de aula, fora dela na maioria das vezes, o grupo deixava para um integrante apenas terminar a resolução do problema.

Aluna A: *para mim não foi colaborativa... Por que muitas vezes a gente deixa para uma pessoa só do grupo terminar a resposta do problema.*

Aluna B: *pode ter sido para outros grupos ... mas para nós não.*

Aluna A: *foi colaborativo enquanto estávamos resolvendo o problema na sala de aula.*

Aluna C: *para mim colaborativo está no sentido de que todos os integrantes do grupo colaboram e ajudaram por igual a responder o problema... Então não foi colaborativo ... foi colaborativo apenas na sala de aula.*

Questão 7: *Qual a quantidade ideal de alunos para realizar as atividades colaborativas?*

Todas responderam que três integrantes é o ideal para trabalhar em grupo.

Aluna B: *olhe! Eu acho que quando você realmente leva a sério os papéis eu creio que seja quatro ... até por que cada um tem a sua função no grupo... Mas como a gente não levou a sério os papéis a quantidade ideal é 3.*

Aluna A: *três*

Aluna C: *três*

Questão 8: *Quais as contribuições desse tipo de atividade para sua aprendizagem?*

Todas disseram que contribuiu para conhecer novos conceitos.

Aluna A: *contribui para eu conhecer coisas novas ... apesar das dificuldades que senti ... os problemas contribui muito em minha aprendizagem.*

Questão 9: *Através dos problemas ricos em contexto vocês aprenderam os conhecimentos propostos na atividade?*

Todas responderam que não conseguiram aprender todos os conhecimentos propostos, mas alguns sim.

Aluna C: *(...) tudo não por que tinha alguns assuntos que eram mais fáceis de aprender que outros.*

5.5 Análise do questionário

A análise dos resultados obtidos através da aplicação do questionário vai ser feita primeiramente nas questões subjetivas e posteriormente nas objetivas. No que diz respeito às questões de respostas abertas (ver apêndice 1), foi feita uma análise de conteúdo. Da análise realizada nas questões, surgiram determinadas categorias temáticas em algumas questões, essas categorias estão descritas nas tabelas a seguir. Na questão 2, as categorias são relacionadas aos recursos técnico metodológicos utilizados pelo professor durante as aulas.

Tabela 14: Frequência das categorias identificadas na questão 2.

Quais dos recursos técnicos metodológicos utilizados pelo professor melhor facilitou o seu aprendizado?		
Categorias	Respostas	
	Número	Porcentagem
Instrução por Colegas	5	33,3%
Resolução de problemas	3	20%
Mapas conceituais	1	6,7%
Mapas conceituais e Instrução por Colegas	4	26,7%
Mapas conceituais e Pré-testes	2	13,3%
Total	15	100%

Como podemos verificar na tabela 14, as respostas dessa pergunta foram bem diversificadas. A categoria Instrução por Colegas foi a que surgiu em maior parte das respostas, pois 33,3 % dos alunos responderam que esse recurso facilitou o seu aprendizado, 20% dos alunos responderam apenas a Resolução de problemas, 1 aluno respondeu os Mapas conceituais, 26,7% dos alunos responderam os Mapas e a Instrução por Colegas e 2 alunos responderam os Mapas conceituais e os Pré-testes. Deste modo, podemos concluir que 60% dos alunos escolheram a Instrução por Colegas e 46,7% alunos escolheram os Mapas conceituais.

Na questão 4 as categorias dizem respeito às atividades realizadas em sala de aula que contribuíram para a formação como futuro professor, foram identificadas 4 categorias mostradas na tabela 15.

Tabela 15: Frequência das categorias identificadas na questão 4.

Em sua opinião, qual das atividades realizadas contribuiu para a sua formação como futuro professor?	
Categorias	Respostas

	Número	Porcentagem
Todas as atividades	7	50%
Mapas conceituais	3	21,4%
Resolução de problemas	2	14,3%
<i>Instrução por Colegas</i>	2	14,3%
Total	14	100%

Contestando o resultado da segunda pergunta na tabela 14, a análise da tabela 15 mostra que os Mapas conceituais foram a categoria mais descrita nas respostas, pois, ela soma 71,4% das respostas, o segundo lugar ficou para a Instrução por Colegas e a Resolução de problemas, com 64,3 % cada uma. Metade dos alunos que responderam à pergunta descreveram que todas as atividades contribuíram para a sua formação como futuro professor e um aluno deixou a questão em branco.

Tabela 16: Frequência das categorias identificadas na questão 5.

Você saberia utilizar os conhecimentos aprendidos para elaboração de aulas?		
Categorias	Respostas	
	Número	Porcentagem
Saberia utilizar todos os conhecimentos	11	73,3%
Saberia utilizar alguns dos conhecimentos	4	26,7%
Total	15	100%

Da análise realizada à questão número 5, surgiram apenas duas categorias temáticas. Como podemos verificar, quase todos os alunos responderam que sim, saberiam utilizar todos os conhecimentos aprendidos para elaboração de aulas e apenas 4 alunos responderam que saberiam utilizar apenas alguns dos conhecimentos. Mas os alunos que responderam a primeira categoria na tabela 16 justificaram que precisariam estudar um pouco mais, como diz a resposta de um aluno: *“Sim, mas qualquer conhecimento adquirido, uma vez que exista a necessidade de transmiti-lo seria necessário um breve estudo antes.”*

Tabela 17: Frequência das categorias identificadas na questão 8.

O que mais lhe chamou a atenção nos problemas ricos em contexto? Explique.		
Categorias	Respostas	
	Número	Porcentagem
Colaboração	1	6,7%

Contexto dos Problemas	8	53,3%
Contexto dos Problemas e Passos para a resolução do problema	6	40%
Total	15	100%

Como podemos verificar na tabela 17, a categoria identificada como cooperação foi descrita por apenas 1 aluno, ela surge direcionada a questão da relação com o outro e do trabalho em equipe. O Contexto dos Problemas foi a categoria mais escolhida, já que, 53,3% dos alunos responderam que o que mais lhes chamaram a atenção nos problemas ricos em contexto são os encadeamentos dos assuntos que relacionavam com o cotidiano. Mas 40% dos alunos relataram que os problemas eram cheios de detalhes, em que se não houvesse uma interpretação correta do problema e um entendimento dos passos a resolução do problema não saía, esse tipo de resposta foi categorizado na tabela 17 como Contexto dos Problemas e Passos para a resolução do problema.

A décima segunda questão pergunta as vantagens e desvantagens dos problemas ricos em contextos. Nessa questão 5 alunos deixaram a pergunta em branco.

Dentre as vantagens descritas pelos alunos as mais relatadas foi que os problemas continham conhecimento de vários assuntos do cotidiano e que a comunicação no grupo colaborativo permite-os compartilhar ideias e assim resolver o problema com mais clareza e precisão. Uma das desvantagens mais relatadas foi o fato de o grupo não conseguir seguir os passos corretamente, outra desvantagem foi que a resolução do problema demanda muito tempo e que sempre tem um componente no grupo que não colabora nem participa da resolução, como diz o relato de um dos alunos: *“A vantagem é que eles levam os alunos a interagirem expondo suas ideias, a desvantagem é que sempre tem um aluno que se encosta no outro.”*

Por fim, a última questão perguntava qual a opinião dos alunos a respeito da aprendizagem colaborativa, 7 alunos deixaram a questão em branco. Mas todos os alunos que responderam descreveram que na aprendizagem colaborativa os alunos aprendem com os outros colegas, compartilhando ideias e diferentes pontos de vista, facilitando a interpretação do problema.

“Um ajuda ao outro com seus conhecimentos e conhecemos diferentes pontos de vista.”

“Facilita a interpretação do problema através da interação entre nós e com o professor.”

“(…) conseguimos compartilhar nossas ideias e ainda aprendemos com os outros colegas.”

No que diz respeito às questões de respostas fechadas (ver apêndice 1), foi feita uma análise de conteúdo através de gráficos.

Quadro 5: Perguntas e alternativas das questões 1 e 3 do questionário aplicado aos alunos.

1ª Questão: Você aprendeu os conhecimentos propostos nas atividades?

3ª Questão: Em sua opinião, a resolução de problemas ricos em contextos é uma técnica de estudo que facilita o aprendizado? Por quê?

- a) Sim
- b) Não
- c) Aprendeu apenas uma parte/ Às vezes

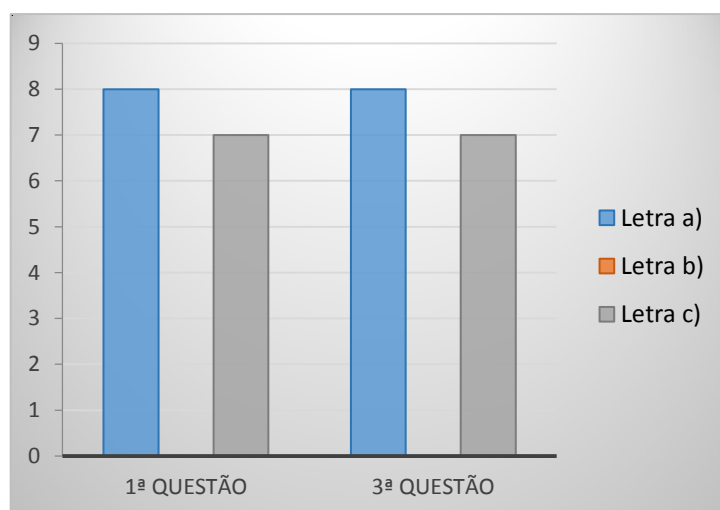


Gráfico 1: Quantidade de alunos por alternativas referentes às questões 1 e 3.

A 1ª questão perguntava se os alunos tinham aprendido os conhecimentos propostos nas atividades. Ao analisar as respostas observamos que um pouco mais da metade dos alunos responderam positivamente e 46% dos alunos responderam que aprenderam apenas uma parte. A 3ª questão perguntava se a resolução dos problemas ricos em contextos é uma técnica de estudo que facilita o aprendizado, justificando as respostas. Analisando as respostas notamos que os alunos que responderam positivamente na questão 1 também responderam positivamente na questão 3 e 7 alunos responderam que a resolução dos problemas às vezes facilitava o aprendizado. Assim, percebemos que os resultados dessas duas questões foram bem divididos na opinião dos alunos. As respostas dos alunos que marcaram “às vezes” na 3ª questão estão descritas a seguir:

“precisamos ter um conhecimento mais abrangente dos assuntos passados que a maioria das vezes foi pouco entendida (física A).”

“por que são muito difíceis.”

“isso depende muito e varia de aluno para aluno, na verdade tudo é uma questão de costume.”

“fica complicado de entender o que é proposto, ou seja, difícil de imaginar.”

As respostas dos alunos que marcaram sim na 3^a questão estão descritas a seguir:

“porque aprendemos bem mais do que a simples decoreba de fórmulas, aprendemos a resolver problemas da realidade que poderia ser em algum dia uma situação real.”

“pois relaciona o que foi estudado com situações reais.”

“porque traz uma abordagem do cotidiano do aluno.”

“leva os alunos a debaterem e discutirem o conteúdo.”

“porque obriga o aluno a ler e entender a questão antes de ir para a matemática.”

“porque permite uma maior aproximação do aluno com o conteúdo.”

Quadro 6: Perguntas e alternativas das questões 6 e 7 do questionário aplicado aos alunos.

6^a Questão: Em seu entendimento, os conteúdos dos problemas eram contextualizados, ou seja, inseridos na realidade e no seu dia-a-dia?

7^a Questão: Para resolver os problemas ricos em contexto você necessitou tanto do conhecimento adquirido na universidade como outros conhecimentos adquiridos fora da universidade?

a) Sim

b) Não

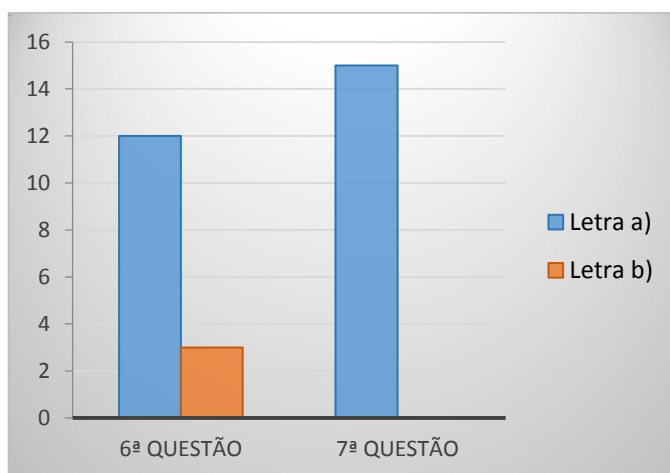


Gráfico 2: Quantidade de alunos por alternativas referentes às questões 6 e 7.

A sexta questão tinha a seguinte pergunta: Em seu entendimento, os conteúdos dos problemas eram contextualizados, ou seja, inseridos na realidade e no seu dia a dia? Ao analisar o gráfico 2 percebemos que 80% dos alunos disseram que sim e apenas 20% disseram que os problemas não estavam inseridos em seu cotidiano. Já a sétima questão tinha a seguinte pergunta: Para resolver os problemas ricos em contextos você necessitou tanto do conhecimento adquirido na universidade como outros conhecimentos adquiridos fora da universidade? Através do gráfico 2 observamos que todos os alunos responderam que sim. Contestando as respostas dos 3 alunos no qual relataram que os problemas não estavam contextualizados com assuntos de seu dia a dia, já que na sétima questão eles afirmam que precisam de conhecimentos cotidianos para resolver os problemas.

Quadro 7: Pergunta e alternativas da questão 9 do questionário aplicado aos alunos.

9ª Questão: Marque e se necessário acrescente. De seu ponto de vista os problemas ricos em contextos contribuem para:

- a) Compartilhar informações;
- b) Unir ideias para poder chegar a uma resposta;
- c) Dividir tarefas para poder chegar mais rápido e fácil ao resultado;
- d) Discutir o conteúdo relacionado ao problema para facilitar o entendimento e aprendizagem;
- e) Esclarecer dúvidas e aprender o assunto com os colegas de grupo.

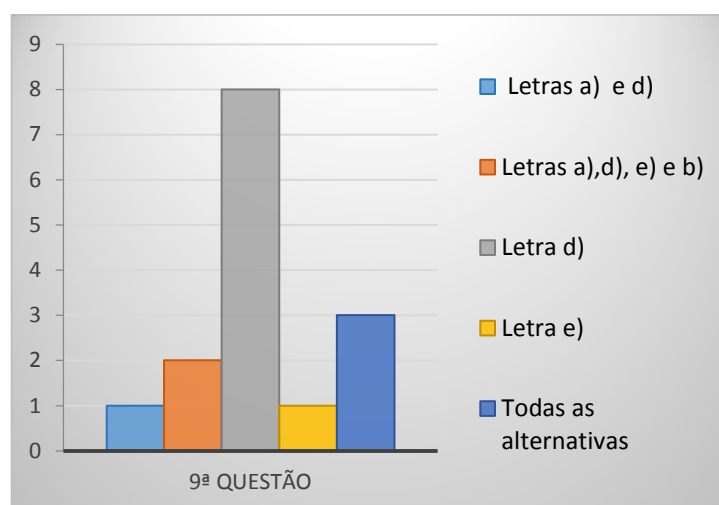


Gráfico 3: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 9.

Na questão 9 os alunos poderiam escolher um ou mais itens de uma lista de cinco. Ela perguntava qual a percepção dos alunos acerca da contribuição dos problemas ricos em contextos. Ao analisar o gráfico 3 percebemos que as respostas foram bem variadas, entretanto, podemos destacar a escolha da letra (d), referente a discutir o conteúdo relacionado ao problema para facilitar o entendimento e aprendizagem. Essa alternativa obteve marcações por cerca de 93,3% dos alunos. As alternativas (a) e (e) obtiveram marcações por 40% dos alunos, a alternativa (b) 33,3% e a alternativa (c) 20%. Esse resultado mostra que os alunos estão dispostos a trabalhar com os Problemas ricos em contextos, eles comprovam, através de suas respostas, que compreendem os benefícios desse tipo de tarefa e não visam como uma forma de diminuir a quantidade de atividade de cada componente do grupo.

Quadro 8: Pergunta e alternativas da questão 10 do questionário aplicado aos alunos.

10ª Questão: Marque e acrescente se necessário quais os problemas e dificuldades que mais incomodam durante a atividade colaborativa.

- a) Todos os componentes do grupo falam ao mesmo tempo, um não escuta o outro;
- b) Ninguém fala, nenhum integrante tem algum papel importante no grupo;
- c) A discussão no grupo toma vários rumos, fugindo do assunto do problema;
- d) Apenas uma pessoa fala durante toda atividade, monopolizando a fala;
- e) Alguns integrantes do grupo ficam quietos, não falam e não demonstram interesse de discutir sobre o assunto.

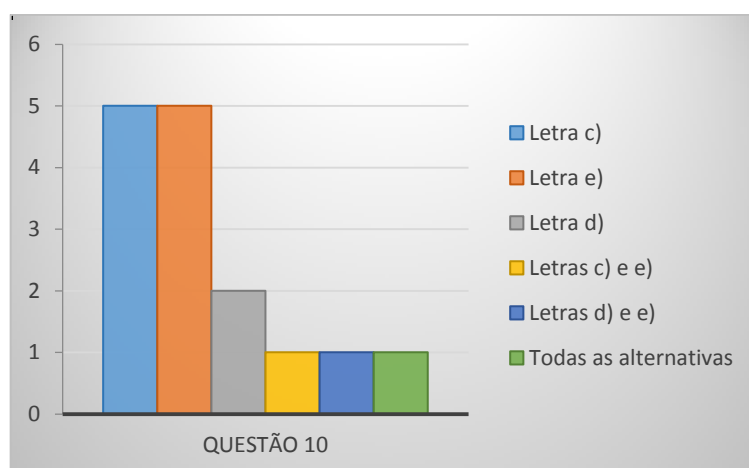


Gráfico 4: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 10.

Nessa questão os alunos poderiam escolher um ou mais itens de uma lista de cinco. O gráfico 4, demonstra que as alternativas mais marcadas foram as letras (c) e (e), com 7 e 8

marcações respectivamente. Através desse resultado, fica clara a inquietação dos alunos com relação a participação colaborativa dos colegas e com relação a discussões fora de foco no grupo. Essas inquietações não são simples de solucionar, pois cada aluno é um ser individualizado, mas os papéis dentro do grupo colaborativo proporcionam uma melhoria nesse fato, se cumprido corretamente.

Quadro 9: Pergunta e alternativas da questão 11 do questionário aplicado aos alunos.

11ª Questão: Marque e acrescente se necessários quais os pontos positivos durante a realização dos problemas ricos em contexto?

- a) É uma ótima chance para os alunos tímidos se expressarem com seus colegas;
- b) As funções da atividade são escolhidas pelos participantes, além de haver um rodízio entre os participantes em outras atividades;
- c) São levantadas várias hipóteses de soluções, ampliando a discussão.

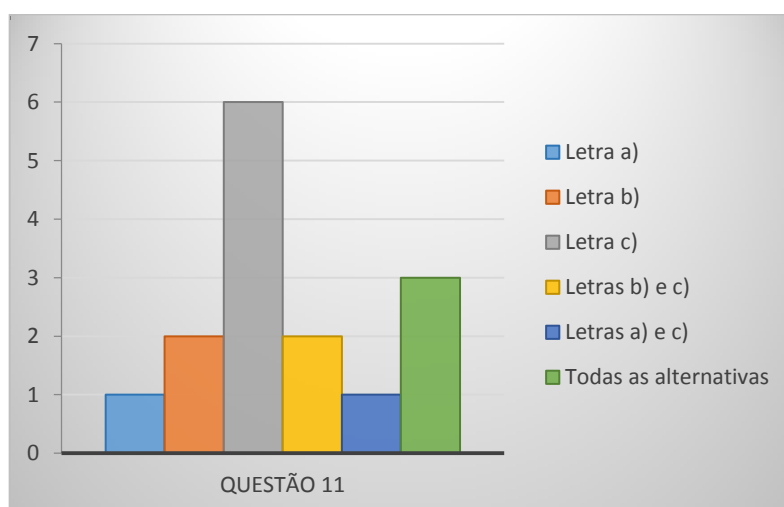


Gráfico 5: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 11.

Outro aspecto dos Problemas ricos em contextos que foi perguntado aos alunos, foi para eles indicarem e acrescentarem se necessário quais os pontos positivos durante a realização dos Problemas ricos em contextos. Eles puderam escolher um ou mais itens de uma lista de três itens. O gráfico 5 demonstra que o que mais agrada aos alunos é que há uma maior possibilidade de troca de informações entre eles, como está demonstrado com a escolha da alternativa (c) com 12 marcações.

Quadro 10: Pergunta e alternativas da questão 13 do questionário aplicado aos alunos.

13ª Questão: Você tem preferência em realizar as atividades colaborativas, como os problemas ricos em contexto:

- a) Em grupo;
- b) Individual.

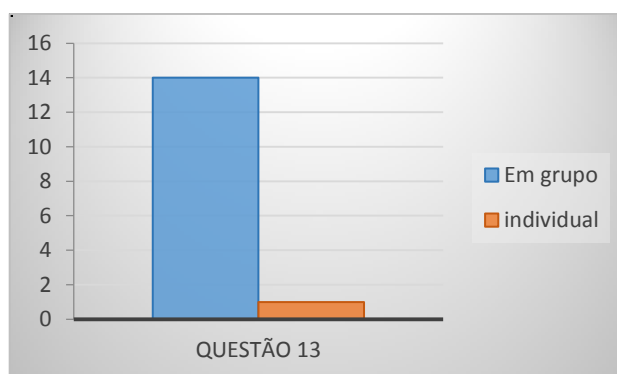


Gráfico 6: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 13.

Após a análise do gráfico 6 foi apurado que 93,3% dos alunos preferem realizar atividades colaborativas em grupo. O que se deve notar nessa análise é que a maioria dos alunos é favorável à realização desse tipo de atividade. Isso evidencia que a utilização dessa metodologia deve ser vista, como um instrumento auxiliador no processo de aprendizagem, visto que os alunos entendem que ela pode acarretar benéficos e vantagens em relação à aprendizagem individualizada. Mesmo sem conter algum conhecimento da teoria da ZDP proposta por Vygotsky, os discentes acabam descobrindo em seus colegas uma fonte de aprendizagem, em que podem adquirir informações de como fazer aquela tarefa para posteriormente poder fazer sem ajuda.

Quadro 11: Pergunta da questão 14 do questionário aplicado aos alunos.

14ª Questão: Qual a quantidade ideal de alunos para realizar atividades colaborativas, como os problemas ricos em contexto?

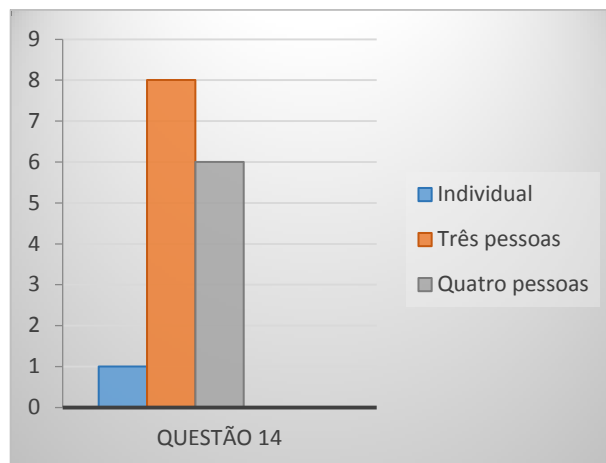


Gráfico 7: Quantidade de alunos por alternativas referentes à questão 14.

Após o diagnóstico do gráfico 7 foi verificado que 53,3% dos alunos preferem realizar atividades colaborativas, como os problemas ricos em contextos, em grupos compostos por 3 pessoas, 40% preferem compostos por 4 pessoas e apenas um aluno prefere trabalhar individualmente. Esse resultado pode ter relação com a quantidade de papéis que são desenvolvidos na resolução dos problemas.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo identificar as concepções dos alunos universitários sobre a utilização dos Problemas Ricos em Contextos, bem como seus comportamentos enquanto grupo colaborativo numa disciplina de Física B na Universidade Federal de Sergipe Campus Prof. Alberto Carvalho. O referencial teórico desse trabalho nos apresentou técnicas colaborativas com seus principais princípios e autores que se destacam nessa área. Percebemos que nessas técnicas as aulas devem acontecer de maneira a encorajar a participação ativa do aluno no processo de seu aprendizado. Sendo assim, o objetivo principal da Aprendizagem Colaborativa é a de desenvolver um ambiente de aprendizagem que envolva os alunos na construção de seus conhecimentos de forma colaborativa e solidária.

Com relação aos papéis desempenhados por cada membro dos grupos, foi possível notar que em alguns momentos os sujeitos desse trabalho não conseguiram exercer seus papéis escolhidos no início da resolução dos problemas com eficácia. No problema 1, as funções de gerente e entusiasta foram exercidas por todas as alunas, as funções de cética foram exercidas por duas componentes do grupo, mas a aluna que escolheu o papel de escritã cumpru suas funções. No problema 2, todas as alunas transitaram em todos os papéis do grupo colaborativo, mas podemos notar através das análises do capítulo 5 que a aluna C destacou-se como cética, a aluna B como gerente e a A como escritã. Já no problema 3, duas das componentes do grupo cumpriram as funções escolhidas por elas, contudo a aluna E transitou entre todos os papéis e a aluna C não interagiu com o grupo e não cumpru nenhuma função. Esses resultados confirmam as opiniões dos alunos coletadas através da entrevista e questionário, pois eles relataram que uma das dificuldades sentidas por eles em relação aos Problemas Ricos em Contextos é seguir os papéis propostos no início da resolução.

Outras dificuldades descritas pelos alunos, tanto na entrevista quanto no questionário, foram a realização correta dos passos e a interpretação do problema. Podemos comprovar que os alunos realmente sentiram dificuldades na realização correta dos passos, pois a função de gerir a sequência dos passos foi muito utilizada pelas alunas durante as resoluções dos problemas. A dificuldade de interpretar o problema foi comprovada apenas na análise do problema 1, uma vez que nesse problema as alunas recordaram muito o enunciado da questão para conseguir resolvê-la. Entretanto, não obtivemos indícios que as alunas tiveram

dificuldades de interpretação nos problema 2 e 3, pois nesses problemas elas relembrou o enunciado poucas vezes, mas solicitaram muitos suportes do professor. Contestando a opinião dos alunos sobre essa dificuldade. Além dessas dificuldades os alunos marcaram no questionário os itens relacionados ao fato de que a discussão do grupo foge do assunto do problema e o fato de que alguns integrantes do grupo não interagem e não demonstram interesse de discutir o assunto. Comprovamos esse fato na análise do problema 3, já que nele a aluna C não interagiu com o grupo, pois ela obteve poucas especulações.

Por outro lado, podemos observar que elas colaboraram no desenvolvimento das atividades desempenhadas. Uma justificativa para isso é que os alunos não estão habituados com esse tipo de atividade, pois as metodologias que prevalecem no ensino superior são técnicas de ensino individualizado, em que os discentes são movidos a desenvolver tarefas individuais que não possibilitam o compartilhamento do conhecimento. Entretanto, mesmo não exercendo as atividades com eficácia, podemos analisar a interação dentro do grupo. Dessa forma, constatamos que houve interação por partes dos alunos nas discussões realizadas em grupos, em que eles desempenharam uma postura ativa, possibilitando a construção do conhecimento. Isso nos leva a um tópico essencial na teoria de Vygotsky, ele diz que a aprendizagem ocorre quando sujeitos com percepções divergentes contestam-se.

Com essa investigação podemos perceber que a Aprendizagem Colaborativa possibilitou uma boa aprendizagem aos alunos, pois verificamos que os discentes tem consciência da importância de sua participação e envolvimento na resolução dos problemas. Além disso, os alunos relataram nos questionários que nesse tipo de aprendizagem eles aprendem com os próprios colegas de classe, compartilhando ideias e, dessa forma, facilitando a interpretação do problema.

Com relação aos Problemas Ricos em Contexto, verificamos que os alunos compreenderam os benefícios dessa atividade e não veem essa tarefa como uma forma de diminuir a quantidade de atividade de cada aluno. Além disso, constatamos nas análises da entrevista e questionário que uma das vantagens desse tipo de problema é que a comunicação no grupo colaborativo permite-os compartilhar ideias, fazendo com que possibilite resolver os problemas com mais clareza e precisão. Porém, os sujeitos dessa pesquisa se contradisseram quando foi perguntado se os problemas eram inseridos no seu cotidiano, pois, na entrevista as alunas disseram que os problemas não eram inseridos em seu dia-a-dia, mas no questionário 80% dos alunos relataram que os problemas estavam inseridos em sua realidade e o que mais

lhes chamaram a atenção nos problemas são os encadeamentos dos assuntos que relacionavam com o cotidiano.

Foi perguntado aos alunos, tanto no questionário quanto na entrevista se eles aprenderam os conhecimentos propostos nas atividades. Assim, a maioria dos alunos respondeu que sim no questionário, porém, na entrevista todas as entrevistadas disseram que conseguiram aprender apenas uma parte. Foi perguntado também se os Problemas Ricos em Contextos facilitava o aprendizado, no questionário a maioria dos alunos respondeu positivamente, mas na entrevista as alunas responderam que os problemas não permitem uma aprendizagem mais eficaz e consequentemente não facilitam o aprendizado.

Os sujeitos dessa pesquisa também disseram na entrevista, que as resoluções dos Problemas Ricos em Contexto não foram colaborativas, pois eles só trabalhavam colaborativamente dentro da sala de aula, fora dela, na maioria das vezes apenas um integrante do grupo terminava a resolução. Porém, podemos ver na análise dos raciocínios que os alunos empenharam-se bastante para resolver os problemas. Principalmente no problema 3, que a resolução do problema foi realizada totalmente em sala de aula, tornando a atividade e a aprendizagem colaborativos.

Com relação às análises dos raciocínios, no problema 1 a maioria das exposições são considerações que não contam como raciocínios, principalmente a característica “repetindo o enunciado”, comprovando as dificuldades de interpretação do problema através da análise dos papéis. Nesse problema os conceitos físicos que deveriam aparecer na resolução do problema eram força magnética e torque, mas observamos que as alunas não utilizaram o torque na resolução.

No problema 2 notamos que o grupo obteve 50 exposições de raciocínios e poucas exposições de não raciocínios. Mostrando que o grupo se empenhou bastante para resolver o problema pedindo ajuda do professor para compreender os conceitos físicos. Nesse problema os conceitos físicos que deveriam aparecer na resolução eram: leis de Ampère, força magnética entre condutores paralelos, equilíbrio estático, força peso e tração. Todos esses conceitos apareceram na resolução do problema 2. Mostrando que o grupo teve um nível de raciocínio considerável.

No problema 3, podemos concluir que a aluna E foi a que mais se destacou, visto que a maioria das exposições de raciocínio foi proferida por ela. Podemos comparar esse resultado com o fato de que essa aluna foi a que mais transitou em todos os papéis do grupo colaborativo, mostrando que ela interagiu muito com o grupo e preocupou-se bastante com a

resolução do problema. Mas os outros componentes do grupo também ajudaram na resolução, pois a aluna E conseguiu 15 exibições e as alunas A e C 8 exibições cada uma. Contudo, concluímos que o grupo obteve 54 exibições de raciocínio e 23 de não raciocínio, revelando que o grupo colaborativo obteve um bom desempenho cognitivo e desempenhou na medida do possível as condições indispensáveis para que a aprendizagem colaborativa ocorra: interdependência positiva; interação promotora; responsabilidade individual; utilização adequada das habilidades interpessoais e processamento de grupo (JOHNSON e JOHNSON, 1994).

Contudo, o estudo dessa pesquisa nos possibilita dizer que, na concepção dos alunos a utilização dos Problemas Ricos em Contextos foi satisfatória e tem o potencial de diminuir lacunas conceituais da disciplina de Física B, já que as discussões realizadas pelos alunos em relação aos conceitos é uma das características principais da aprendizagem colaborativa. Além do caráter cognitivo dos Problemas Ricos em Contextos, pois eles permitem que os alunos pensem em cada etapa da resolução do problema e nas possíveis maneiras de aplicar o conhecimento apresentado pelo professor.

Em geral, os alunos revelaram-se satisfeitos com a experiência desse tipo de atividade em grupos colaborativos. Uma boa parte dos alunos considerou que esse tipo de metodologia contribuiu para conhecer novos conceitos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

CARRARA K. **Introdução à Psicologia da Educação: Seis Abordagens**. São Paulo: Avercamp, 1ªed, 2004.

CARVALHO, A. M. P. **O Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática** / Anna Maria Pessoa de Carvalho, (org.). - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

FIGUEIREDO, F. J. Q. (Org.); **A aprendizagem Colaborativa de Línguas**. Goiânia: Ed. UFG, 2006.

FIORENTINI, D. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Coleção formação de professores, 2 ed. rev. – Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

FLANDERS, N. A., *Analyzing Teaching Behavior*, Addison-Wesley Company, USA, 1970.

GODOY, A. S., Pesquisa Qualitativa. - Tipos Fundamentais, **In Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.3, p. 20-29, Mai/Jun, 1995.

GOKHALE, A. A. Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology educacion*. Virginia, v.7, n.1, 1995. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v7n1/pdf/JTEV7N1.pdf>>. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

HELLER, K. e HELLER, P.; *Cooperative Group Problem Solving in Physics*. University of Minnesota, 1999.

HELLER, K. e HELLER, P.; *Cooperative Problem Solving in Physics A User's Manual*. University of Minnesota, 2010. Disponível em: <<https://www.aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-Problem-Solving-Guide.pdf>> Acesso em: 31 de Julho de 2015.

JOHNSON, D. W. e JOHNSON, R. T. Action research: Cooperative learning in the science classroom. *Science and Children*, Vol. 24, p. 31-32, 1986.

_____. Student Motivation in co-operative groups: Social Interdependence Theory. In: GILLIES, R. M.; ASHMAN, A. F. (eds). *Co-operative Learning*, New York, Ny: Routledge Falmer, p.136-176, 2003.

JOHNSON, D. W. e JOHNSON, R. T. *An overview of cooperative learning*. In Thousand, J., Villa, A. & Nevin, A. (Eds.), *Creativity and collaborative learning* (p.2). Baltimore, Maryland; USA. Brookes Publishing. 1994. Disponível em: <<http://www.campbell.edu/content/662/overviewpaper.html>>. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

JOHNSON, D. W; JOHNSON, R. J. *Aprender juntos y solos – aprendizaje cooperativo competitivo e individualista*. Ed. Correria docente, Buenos Aires, 1999.

JOHNSON, D. W., JOHNSON, R. T. y HOLUBEC, E. J. *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona: Paidós [original (1994) *Cooperative Learning in Classroom*. Virginia: ASCD, 1999.

JOHNSON, D. W., JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. **A aprendizagem cooperativa retorna às faculdades**. *Change*, Vol. 30, Issue 4, p.26, Jul/Aug. 1998.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; STANNE, M. B. *Coopetative learning methods: a meta analysis*. University of Minnesota. 2000.

KLEMM, W. R. Using a Formal Collaborative Learning Paradigm for Veterinary Medical Education. *Journal of Veterinary Medical Education*, 21(1), pp.:2-6, 1994. Disponível em: < <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JVME/V21-1/Klemm.html> >. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

LEMKE, J. L. *Aprender a hablar ciencia: language, aprendizaje y valores*. Norwood, By: Ablex Publishing Corporation, Ed. Paidós, 1ª ed., 1997.

LEONTIEV, A; LURIA, A.; VYGOTSKY, L. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Trad. Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Ícone, 2001.

MARJAN LAAL, M. D. e MORZHGAN LAAL, M. S. ; *Collaborative learning: What is it? Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol. 31, p. 491- 495, 2012. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811030217> >. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

MARJAN LAAL, M. D.; MORZHGAN LAAL, M. S. e KERMANS SHAHI Z. K.; *21st century learning; learning in collaboration. Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol. 47, p. 1696- 1701, 2012. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812026213#> >. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

MOREIRA, M. A. **Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências. Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos** Porto Alegre - RS, 2009. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf> >. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

MOREIRA, M. A. & KREY, I. Dificuldades dos alunos na aprendizagem da lei de Gauss em nível de física geral, à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Vol. 28, no. 3, p. 353-360, Maio, 2006.

MOREIRA, M. A. & PINTO, A. O. Dificuldades dos Alunos na Aprendizagem da Lei de Ampère, à Luz da Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Vol. 25, no. 3, p. 317-325, Setembro, 2003.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. *Meaning making in secondary science classrooms. Maidenhead: Open University Press*, 2003.

PANITZ, T. *Collaborative versus Cooperative Learning: A Comparison of the Two Concepts*, 1999. Disponível em: < <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED448443.pdf> >. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

PANITZ, T. *A definition of collaborative learning vs cooperative learning*, 1996. Disponível em: < http://colccti.colfinder.org/sites/default/files/a_definition_of_collaborative_vs_cooperative_learning.pdf >. Acesso em: 07 de Julho de 2015.

RICHARDSON, R. J.; **Pesquisa social: métodos e técnicas/** Roberto Jarry Richardson; colaboradores José Augusto de Souza Peres ... (et al.). – 3. Ed. – 9. reimpressão – São Paulo: Atlas, 2008.

SCHRAM, S. C.; CARVALHO, M. A. B. **O pensar educação em Paulo Freire: para uma pedagogia de mudanças.** 2007. Disponível em:< <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/852-2> >. Acesso em: 15 de Junho de 2015.

SCOTT, P. H. *Teacher talk and meaning making in science classrooms: a vygotskian analysis and review. Studies in Science Education*, 32: 45-80., 1998.

SIONTI, M., AI, H., ROSÉ, C.P., RESNICK, L. *A Framework for Analyzing Development of Argumentation through Classroom Discussions*, in Niels Pinkwart & Bruce McClaren (Eds.) *Educational Technologies for Teaching Argumentation Skills*, Bentham Science , 2011. Disponível em:< <http://www.cs.cmu.edu/~huaai/pub/Sionti.pdf>>. Acesso em: 14 de Janeiro de 2016.

SRINIVAS, H. *What is Collaborative Learning? The Global Development Research Center*, Kobe; Japan 2011. Disponível em: < <http://www.gdrc.org/kmgmt/c-learn/> >. Acesso em: 15 de Junho de 2015.

TORRES, P. L. Laboratório on-line de aprendizagem: uma experiência de aprendizagem colaborativa por meio do ambiente virtual de aprendizagem eureka@kids. **Cad. Cedes, Campinas**, Vol. 27, n. 73, p. 335-352, set./dez. 2007. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 15 de Junho de 2015.

TORRES, P.L.; IRALA, E.A.F. **Aprendizagem colaborativa: teoria e prática.** In: Torres, P.L. (Org.). Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento. Curitiba: Senar, 2014. p.61-93. Disponível em: < http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_03_Aprendizagem-colaborativa.pdf >. Acesso em: 15 de Junho de 2015.

TRIVIÑOS, A. N. S.; **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo, Atlas, 1987. 175p.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** [tradução José Cipolla Neto, Luiz Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche]. 5ª ed. – São Paulo: Martins Fontes, 1994.

_____. **Pensamento e Linguagem.** [tradução Jefferson Luiz Camargo; revisão técnica José Cipolla Neto]. – São Paulo: Martins Fontes, 1993.

WIERSEMA, N. *How does Collaborative Learning actually work in a classroom and how do students react to it?* A Brief Reflection, 2000. Disponível em: <<http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/wiersema.html>>. Acesso em: 17 de Julho de 2015.

WOOD, D.; BRUNER, J.; ROSS, G. *The Role of tutoring in problem solving.* **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v.17, p.89-100, 1976.

ZABALZA, M. A. **Planificação e Desenvolvimento Curricular na Escola.** Rio Tinto: Edições Asa, 1994.

APÊNDICE 1

Questionário

Este questionário insere-se no contexto de um projeto de investigação no âmbito do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Federal de Sergipe tem como principais objetivos conhecer as representações dos estudantes do Ensino Superior sobre os problemas ricos em contextos, bem como as vantagens e desvantagens dessa técnica, as principais dificuldades sentidas por eles em relação à aplicação da metodologia, além das representações sociais dos alunos a respeito da aprendizagem colaborativa.

O questionário é anônimo, garantindo-se a confidencialidade dos dados, que servem apenas para efeitos de investigação. A sua colaboração é muito importante.

Sexo: M ☐ F ☐

Idade: _____

Curso: _____

1. Você aprendeu os conhecimentos propostos nas atividades?
 - a) Sim
 - b) Não
 - c) Aprendeu apenas uma parte.

2. Quais dos recursos técnicos metodológicos utilizados pelo professor melhor facilitou o seu aprendizado?

3. Em sua opinião, a resolução de problemas ricos em contextos é uma técnica de estudo que facilita o aprendizado? Por quê?
 - a) Sim
 - b) Não
 - c) Às vezes.

4. Em sua opinião, qual das atividades realizadas contribuiu para a sua formação como futuro professor?
5. Você saberia utilizar os conhecimentos aprendidos para elaboração de aulas?
6. Em seu entendimento, os conteúdos dos problemas eram contextualizados, ou seja, inseridos na realidade e no seu dia-a-dia?
- a) Sim
 - b) Não
7. Para resolver os problemas ricos em contexto você necessitou tanto do conhecimento adquirido na universidade como outros conhecimentos adquiridos fora da universidade?
- a) Sim
 - b) Não
8. O que mais lhe chamou a atenção nos problemas ricos em contexto? Explique.
9. Marque e se necessário acrescente.
- De seu ponto de vista os problemas ricos em contextos contribuem para:
- a) Compartilhar informações;
 - b) Unir ideias para poder chegar a uma resposta;
 - c) Dividir tarefas para poder chegar mais rápido e fácil ao resultado;
 - d) Discutir o conteúdo relacionado ao problema para facilitar o entendimento e aprendizagem;
 - e) Esclarecer dúvidas e aprender o assunto com os colegas de grupo.

10. Marque e acrescente se necessários quais os problemas e dificuldades que mais incomodam durante a atividade colaborativa.
- a) Todos os componentes do grupo falam ao mesmo tempo, um não escuta o outro;
 - b) Ninguém fala, nenhum integrante tem algum papel importante no grupo;
 - c) A discussão no grupo toma vários rumos, fugindo do assunto do problema;
 - d) Apenas uma pessoa fala durante toda atividade, monopolizando a fala;
 - e) Alguns integrantes do grupo ficam quietos, não falam e não demonstram interesse de discutir sobre o assunto.
11. Marque e acrescente se necessários quais os pontos positivos durante a realização dos problemas ricos em contexto?
- a) É uma ótima chance para os alunos tímidos se expressarem com seus colegas;
 - b) As funções da atividade são escolhidas pelos participantes, além de haver um rodízio entre os participantes em outras atividades;
 - c) São levantadas várias hipóteses de soluções, ampliando a discussão.
12. Quais as vantagens e desvantagens dos problemas ricos em contexto?
13. Você tem preferência em realizar as atividades colaborativas, como os problemas ricos em contexto:
- a) Em grupo;
 - b) Individual.
14. Qual a quantidade ideal de alunos para realizar atividades colaborativas, como os problemas ricos em contexto?
15. Qual(s) sua opinião a respeito da aprendizagem colaborativa?

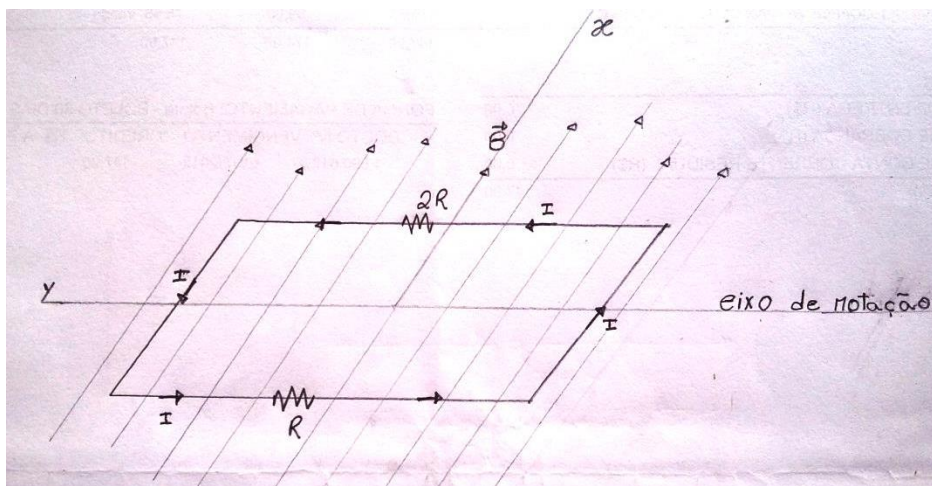
APÊNDICE 2

Resolução do Problema Rico em Contextos 1

- 1) Você está trabalhando em um projeto para fazer um motor mais eficiente. Sua equipe está investigando a possibilidade de fazer válvulas eletricamente controladas que abrem e fecham a entrada e saída de um motor de combustão interna. A sua tarefa é determinar a estabilidade da válvula por meio do cálculo da força em cada um dos seus lados e a força resultante sobre a válvula. A válvula é feita de um pedaço retangular fino, mas forte, de material não magnético transportando corrente ao longo de suas bordas formando um circuito fechado. O retângulo tem 0,35 centímetros x 1,83 centímetros. A válvula é colocada num campo magnético uniforme de 0,15 T de tal forma que o campo se situa no plano da válvula e é paralelo aos lados mais curtos do retângulo. A região com o campo magnético é ligeiramente maior do que a da válvula. Quando a chave é fechada, uma corrente de 1.7 A entra no lado curto do retângulo, de um lado da válvula e deixa o lado oposto. Para gerar correntes através dos fios ao longo dos lados cumpridos da válvula, uma resistência é inserida no fio em cada uma destas faces. O valor do resistor de um lado é duas vezes maior que no outro lado.

Passo 1: Foco no Problema

Pelo enunciado, a válvula constitui uma espira retangular com resistores em seus lados mais compridos, a espira está numa região onde há um campo magnético uniforme paralelo aos lados mais curtos da espira, que é percorrida por uma corrente contínua. O esboço abaixo esquematiza a situação.



Determinar a estabilidade da válvula por meio do cálculo da força em cada um dos seus lados e a força resultante sobre a válvula.

As ideias físicas são:

Força magnética;

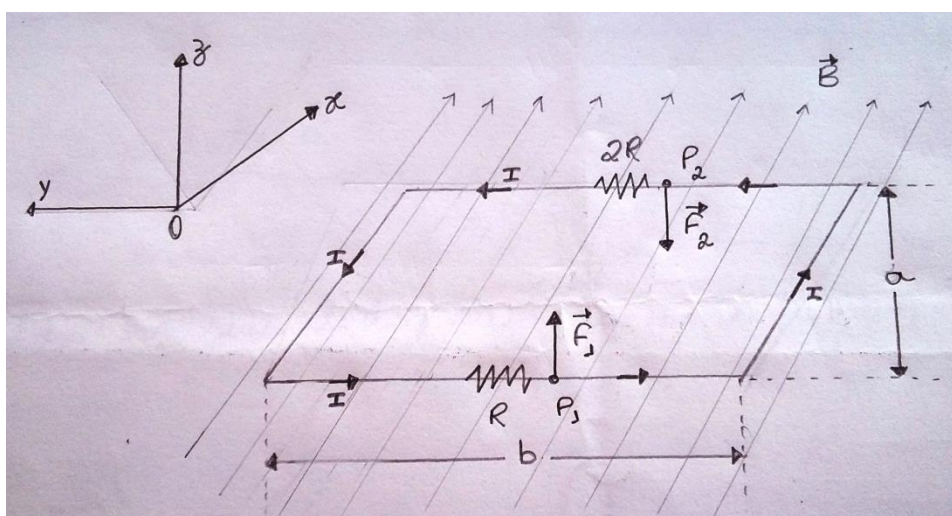
Força e torque sobre uma espira de corrente contínua.

Passo 2: Descrevendo a Física

Corrente contínua: $I=1,7\text{ A}$

Campo magnético uniforme: $B=0,15\text{ T}$

O diagrama abaixo mostra os eixos cartesianos que serão usados e indica os dois resistores de resistência R e $2R$.



Foi designado por a e b os comprimentos dos lados curtos e compridos, respectivamente; $a=0,35\text{cm}$ e $b=1,83\text{cm}$.

Passo 3: Planejando a Solução

Segundo a escolha dos eixos temos:

$$\vec{B} = |\vec{B}|\hat{x} \equiv B\hat{x} = (0,15T)\hat{x} \quad (\text{eq.1})$$

A força \vec{F} de um fio retilíneo com corrente contínua I de comprimento l imerso em um campo magnético uniforme \vec{B} é:

$$\vec{F} = I l \times \vec{B}$$

As forças magnéticas estão nos lados mais compridos da espira, assim denotando \vec{F}_1 e \vec{F}_2 as forças sobre os lados com resistências R e $2R$ respectivamente, temos:

$$\vec{F}_1 = I b B (-\hat{y}) \times \hat{x} = I b B \hat{z}$$

$$\vec{F}_2 = I b B (\hat{y} \times \hat{x}) = -I b B \hat{z} = -\vec{F}_1 \quad (\text{eqs.2})$$

Pois, como a espira forma um único caminho, os resistores estão em série e são atravessados por uma corrente $I=1,7$ A.

Como as únicas forças magnéticas atuando sobre a espira são \vec{F}_1 e \vec{F}_2 , a resultante das forças magnéticas é nula. Não obstante, vê-se claramente do diagrama que ambas as forças tendem a fazer a espira girar em torno da direção \hat{y} . Essa tendência é quantificada calculando o torque devido a essas forças sobre a espira.

Sejam P_1 e P_2 os pontos sobre os quais \vec{F}_1 e \vec{F}_2 atuam respectivamente e sejam $\vec{r}_1 = \overrightarrow{OP_1}$ e $\vec{r}_2 = \overrightarrow{OP_2}$ os vetores que localizam esses pontos a partir de uma origem O . O torque magnético resultante será:

$$\vec{\tau} = \vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2 = (\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \times \vec{F}_1 ; \text{ pois } \vec{F}_2 = -\vec{F}_1$$

$$\text{Temos que } \vec{r}_1 - \vec{r}_2 = a(-\hat{x}) = -a\hat{x}$$

Esse resultado não depende da escolha da origem, apenas da orientação dos eixos cartesianos. Assim:

$$\vec{\tau} = (-a\hat{x}) \times I b B \hat{z} = a b I B (-\hat{x}) \times \hat{z}$$

$$(-\hat{x}) \times \hat{z} = \hat{y}$$

$$\vec{\tau} = a b I B \hat{y} \quad (\text{eq. 3})$$

Esse resultado mostra que a espira tende a girar em torno da direção y , como esperado.

Verificando as unidades:

Substituindo as unidades na eq. 3 temos;

$$N.m = m.m.A.\frac{N}{m.A}$$

$$N.m = N.m$$

Passo 4: Executando o Plano

Substituindo os valores na eq. 3 temos;

$$\vec{\tau} = (0,35\text{cm}) \times (1,83\text{cm}) \times (1,7 \text{ A}) \times (0,15\text{T}) \hat{y}$$

$$\vec{\tau} = 0,35 \times 1,83 \times 10^{-4} \times 1,7 \text{ A} \times 0,15 \frac{N}{A.m} \hat{y}$$

$$\vec{\tau} = (1,63 \times 10^{-5} \text{N.m}) \hat{y} \quad (\text{eq.4})$$

Passo 5: Avaliando a resposta

A eq. 4 mostra que a válvula tende a girar em torno de um eixo que cruze seus lados menores. Se for colocado um eixo que passe pelos pontos médios dos lados menores, a válvula girará e ficará oscilando em torno da posição em que os lados menores ficam perpendiculares ao campo \vec{B} , pois nessa posição o torque é nulo em relação a esse eixo.

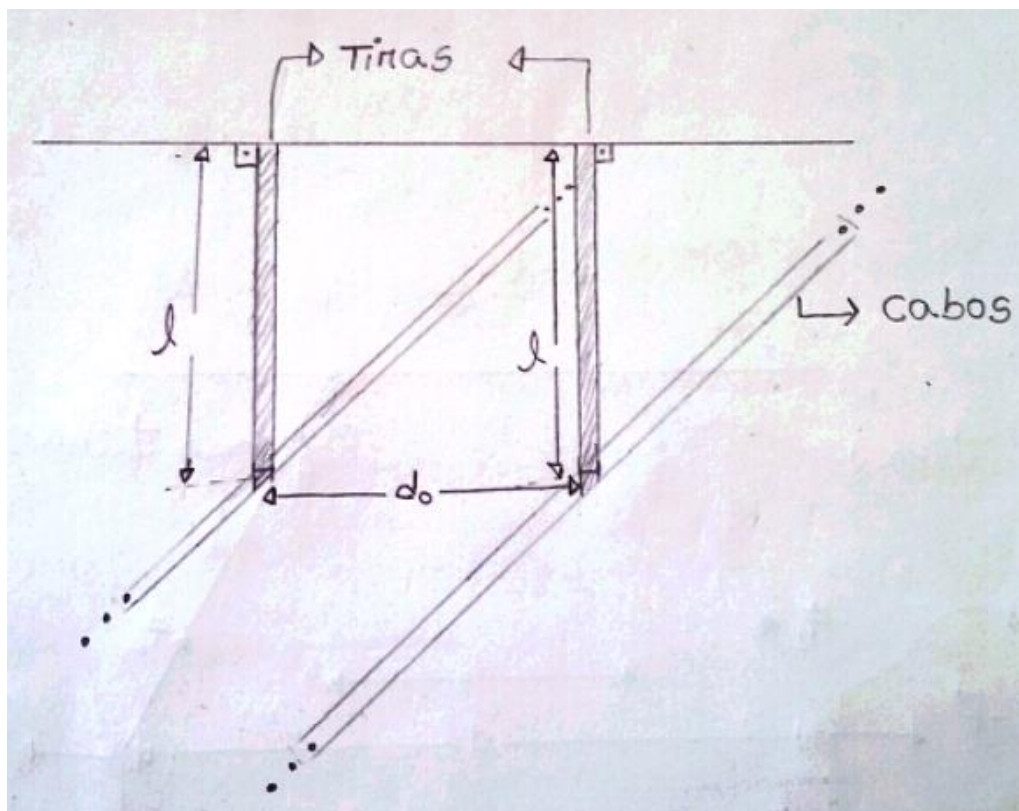
Por outro lado, se o eixo da válvula for ao longo dos pontos médios dos lados compridos, esse eixo não permitirá que ele gire em torno da direção \hat{y} e não haverá torque que faça a válvula girar em torno desse eixo que cruza os lados maiores. Nesse caso, o equilíbrio rotacional fica garantido pelas forças de contato entre o eixo da válvula e as paredes da tubulação.

APÊNDICE 3

Resolução do Problema Rico em Contexto 2

- 2) Você está projetando os apoios de uma linha de alta tensão que deverá levar energia elétrica para a cidade a partir de uma barragem. Os dois cabos de cobre que compõem a linha de alimentação funcionarão lado a lado. Cada cabo está suspenso por tiras leves verticais não condutoras, de 80 cm de comprimento, ligadas a postes de concreto. Antes de a corrente ser ligada, as tiras estão penduradas em linha reta para baixo, apoiando os cabos de modo que eles estão separados por 10 cm. Por razões estruturais, os cabos não podem ser separados por mais do que 15 cm ou menos do que 5 cm. Você precisa especificar a corrente máxima que seu projeto vai permitir. Os cabos de cobre que irão ser utilizados têm um peso de 100 N por metro.

Passo 1: Foco no Problema



O esboço acima esquematiza a configuração dos cabos de cobre e suas respectivas tiras ou apoios antes da corrente ser ligada.

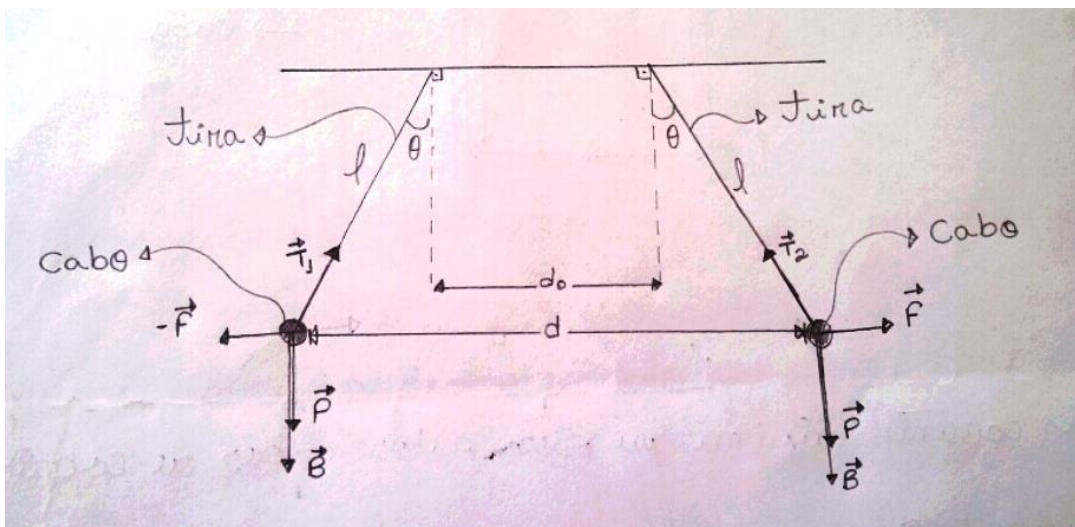
Qual a corrente máxima que passa pelos cabos de cobre?

As ideias físicas são:

- Lei de Ámpere: o enunciado desta lei diz que ela foi deduzida para o caso especial de fios retilíneos longos e paralelos. Considerando dois fios longos e retilíneos, dispostos paralelamente um ao outro, em um meio de permeabilidade absoluta. Se houver corrente elétrica em ambos, surgirá uma força magnética em cada um deles, pois um se submeterá ao campo magnético criado pelo outro. A lei de ampère determina um campo magnético produzido por uma distribuição de correntes com simetria elevada (SEARS E ZEMANSKY,2009)
- Força magnética;
- Força magnética entre condutores paralelos;
- Equilíbrio estático;
- Força peso e tração.

Passo 2: Descrevendo a Física

Assumindo que os cabos conduzem correntes elétricas contínuas e em sentidos opostos, sabe-se que a força magnética em um dos cabos, devido a interação entre a corrente por ele transportado e o campo magnético gerado pela corrente do outro cabo, faz com que eles se afastem e o sistema fica como o diagrama a seguir.



Que também representa as distâncias e as forças (tensão \vec{T} , peso por unidade de comprimento \vec{P} e a força magnética \vec{F}). Note que por razões de simetria os ângulos θ são iguais e $\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = \vec{T}$. Note também que o campo magnético ao qual cada fio está sujeito (\vec{B}_1 e \vec{B}_2) são verticais para baixo e que as forças magnéticas são horizontais. Seja d a distância entre os cabos e usando a lei de Ampère:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \quad \text{e} \quad B_2 = \frac{\mu_0 I'}{2\pi d}$$

A força magnética entre condutores paralelos é dada por:

$$F = |\vec{F}| = |-\vec{F}| = ILB = \frac{\mu_0 II'}{2\pi d}$$

Passo 3: Planejando a Solução

Assumindo que $I=I'=I_m$ (corrente máxima) e considerando a situação que θ é o ângulo quando a distância entre os cabos é máxima (d_m), o equilíbrio estático exige que:

$$\vec{T}_2 + \vec{F} + \vec{P} = 0 \quad (\text{eq. 1})$$

$$\vec{T}_1 - \vec{F} + \vec{P} = 0 \quad (\text{eq. 2})$$

Considerando as componentes vertical e horizontal da (eq. 1) e lembrando que $\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = \vec{T}$ temos:

$$T \sin \theta = F = \frac{\mu_0 I_m^2 L}{2\pi d_m} \quad (\text{componente horizontal})$$

$$T \cos \theta = P \quad (\text{componente vertical})$$

Portanto:

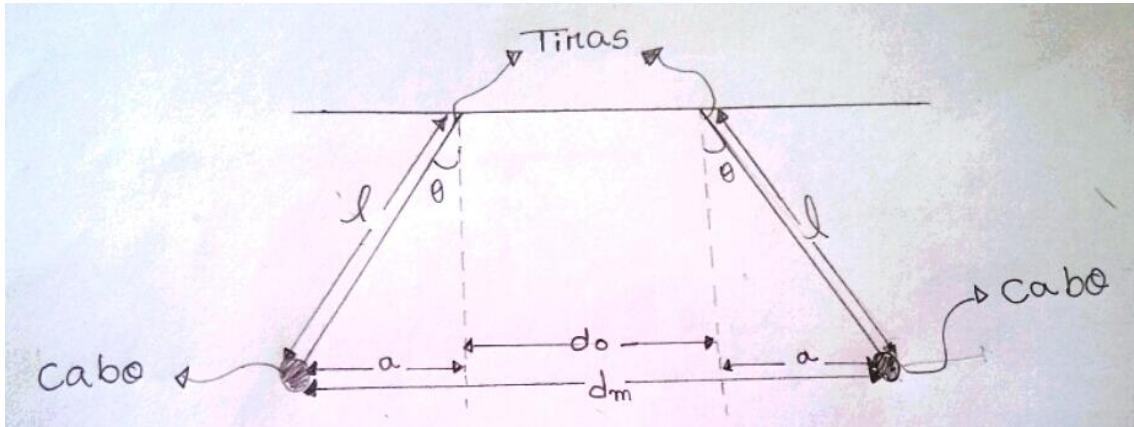
$$\tan \theta = \frac{\mu_0 I_m^2 L}{2\pi d_m P}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2\pi d_m P}{\tan \theta \mu_0 L}} \quad (\text{eq.3})$$

Conferindo as unidades:

$$A = \sqrt{\frac{N.m}{m.N.s^2/c^2}} = \sqrt{\frac{1}{s^2/c^2}} = \sqrt{\frac{c^2}{s^2}} = \frac{c}{s} = A$$

Agora é preciso encontrar uma relação entre d_m e θ para acharmos o valor do ângulo. Assim, o diagrama fica assim:



Onde vemos que :

$$d_m = d_0 + 2a$$

e que

$$a = l \operatorname{sen} \theta$$

Logo:

$$d_m = d_0 + 2l \operatorname{sen} \theta \quad (\text{eq.4})$$

Passo 4: Executando o Plano

Substituindo os dados do problema na eq. 4 :

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{d_m - d_0}{2l} = \frac{5 \text{ cm}}{160 \text{ cm}} \rightarrow \theta = \operatorname{sen}^{-1}\left(\frac{5}{160}\right) \rightarrow \theta = 1,79^\circ \quad (\text{eq. 5})$$

Substituindo os dados e a eq. 5 em eq.3:

$$I_m = \sqrt{\frac{2\pi(0,15 \text{ m}) P}{\operatorname{tg}(1,79) 4\pi \times 10^{-7} N.s^2/c^2 L}} = \sqrt{\frac{P}{L \operatorname{tg}(1,79) 4\pi \times 10^{-7} N.s^2/c^2}}$$

$$I_m = \sqrt{100 \frac{2\pi(0,15)}{4\pi \times 10^{-7} \operatorname{tg}(1,79) s^2/c^2}} = \sqrt{100 \frac{0,5 \times 0,15}{\operatorname{tg}(1,79) 10^{-7} s^2/c^2}}$$

$$I_m = \sqrt{100 \frac{0,075}{3,125 \times 10^{-9}}} \text{ A}$$

$$I_m = 4,899 \times 10^4 \text{ A}$$

Esse é o valor máximo da corrente assumindo que a corrente é contínua de sentidos opostos.

Passo 5: Avaliando a resposta

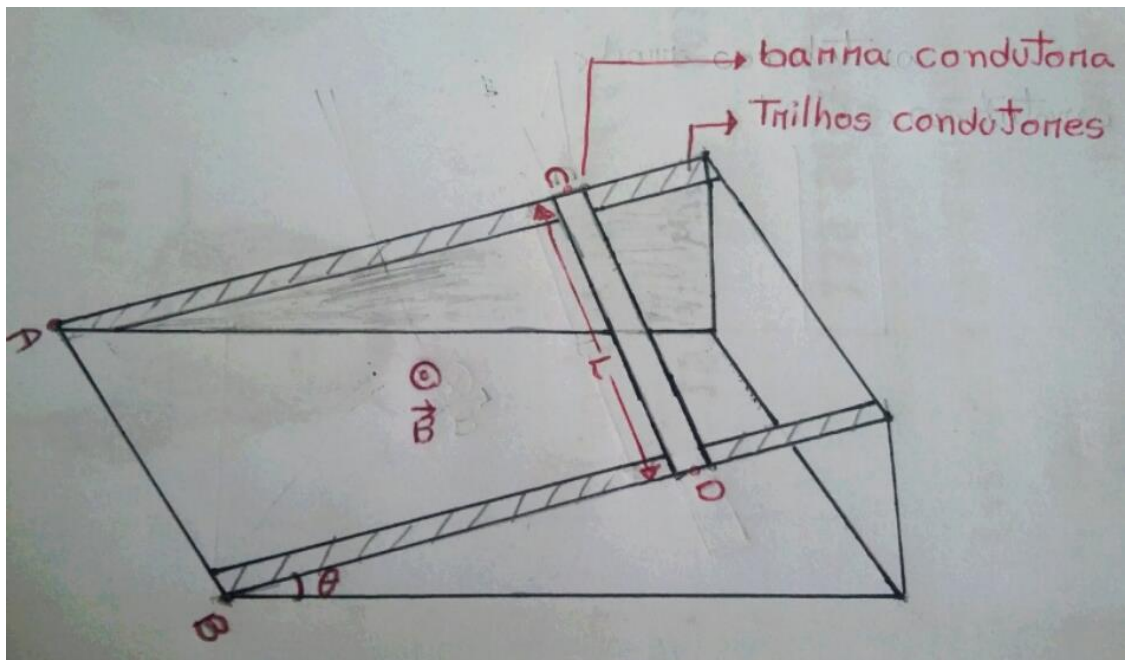
A corrente é muito alta, dificilmente haveria um fio que suportasse essa corrente.

APÊNDICE 4

Resolução do Problema Rico em Contexto 3

- 3) Você está em um emprego de verão trabalhando em uma empresa desenvolvendo sistemas para, em condições de segurança, mover grandes cargas descendo rampas. O sistema de segurança que sua equipe está investigando consiste em uma barra condutora que corre em dois trilhos condutores paralelos que descem a rampa. A barra é perpendicular aos trilhos e está em contato com eles. Na parte inferior da rampa, os dois trilhos são ligados entre si. Um ímã com polos acima e abaixo da rampa cria um campo magnético uniforme vertical. Antes de definir-se um teste de laboratório, você decide calcular a velocidade da barra de deslizamento para baixo da rampa, como uma função da massa da barra, da intensidade do campo magnético, do ângulo da rampa em relação à horizontal, da distância entre os trilhos, e da resistência da barra. Assuma que todos os outros condutores no sistema tem uma resistência muito menor do que a barra.

Passo 1: Foco no Problema

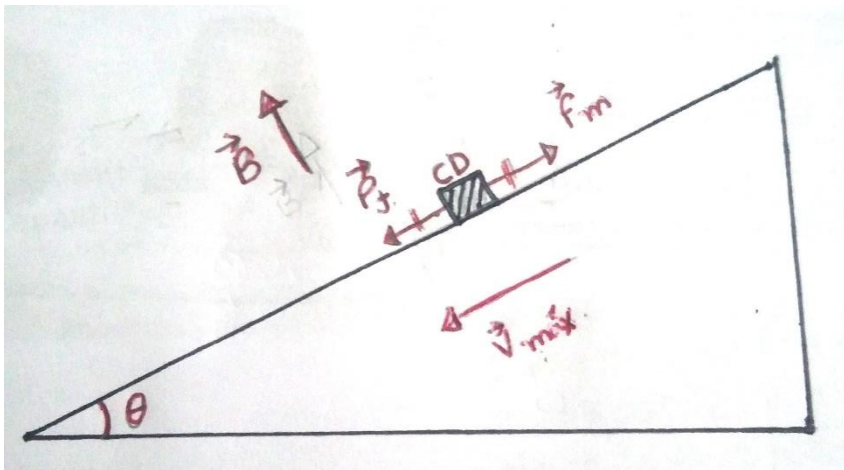


Calcule a velocidade da barra de deslizamento para baixo da rampa, como uma função da massa da barra, da intensidade do campo magnético, do ângulo da rampa em relação à horizontal, da distância entre os trilhos, e da resistência da barra.

As ideias físicas são:

- Indução eletromagnética, mais precisamente, corrente elétrica induzida;
- Força eletromotriz induzida;
- Força magnética;
- Força peso e suas componentes.

Passo 2: Descrevendo a Física



Durante a descida da barra, a área (ABCD) da rampa diminui, diminuindo assim, o fluxo de \vec{B} através dela. Por isso, surge uma corrente elétrica induzida (I) na rampa, para gerar fluxo induzido “a favor” do fluxo indutor. Essa corrente percorre CD.

A corrente elétrica induzida é dada por: $I = \frac{\varepsilon}{R}$

A força eletromotriz induzida (ε), responsável pela citada corrente, é proporcional à velocidade da barra (v): $\varepsilon = B L v$

Assim, à medida que v aumenta, ε também aumenta, o mesmo ocorre com I . Consequentemente, a intensidade da força magnética sobre a barra CD (F_m) também aumenta. A velocidade máxima é atingida quando a força magnética equilibra a componente tangencial do peso (\vec{P}_t).

A força magnética é dada por: $F_m = B I L$

A componente tangencial do peso é dada por: $\vec{P}_t = m g \sin \theta$

Passo 3: Planejando a Solução

A força resultante do sistema tem que ser nula então a força magnética tem que ser igual a peso.

$$F_m = P_t \leftrightarrow B I L = m g \operatorname{sen} \theta \quad (1)$$

$$\varepsilon = B L v \leftrightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B L v}{R} \quad (2)$$

Substituindo 2 em 1, temos:

$$B \frac{B L v}{R} L = m g \operatorname{sen} \theta$$

$$v = \frac{m g R \operatorname{sen} \theta}{B^2 L^2}$$

Verificando as unidades:

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{V}{A}}{m^2 T^2}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{V}{A}}{\frac{m^2 N^2}{A^2} m^2}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{J}{C}}{\frac{N^2}{A}}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{J}{C}}{\frac{N^2}{\frac{C}{s}}}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{J}{C}}{\frac{N^2 s}{c}}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg m j c}{N^2 s^3 c}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg m N m}{N^2 s^3}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg m^2}{N s^3}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{Kg m^2}{\frac{Kg m}{s^2} s^3}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{m}{s}$$

Passo 4: Executando o Plano

O problema não disponibiliza quantidades numéricas, impossibilitando a realização desse passo.

Passo 5: Avaliando a resposta

Analisando a resposta do problema proposto percebemos que realmente a resposta

$v = \frac{m g R \operatorname{sen} \theta}{B^2 L^2}$ tem sentido pois, se aumentarmos a massa vai aumentarmos a velocidade, se

aumentarmos a resistência vai aumentar a velocidade, se aumentarmos o ângulo vai aumentar a velocidade e se aumentarmos o comprimento ou o campo vai diminuir a velocidade. Comprovando que a velocidade é diretamente proporcional a essas grandezas. Uma vez que, é a força que está puxando a barra para trás, assim, se eu diminuir a força a velocidade vai aumentar e se eu aumentar a resistência vai aumentar a velocidade.

ANEXOS

Transcrições das discussões em grupo para resolver os problemas.

Transcrição do problema 1

Papéis no grupo colaborativo:

Gerente: Aluna A

Escrivã: Aluna B

Cética: Aluna C

Problema Rico em Contexto:

1) Você está trabalhando em um projeto para fazer um motor mais eficiente. Sua equipe está investigando a possibilidade de fazer válvulas eletricamente controladas que abrem e fecham a entrada e saída de um motor de combustão interna. A sua tarefa é determinar a estabilidade da válvula por meio do cálculo da força em cada um dos seus lados e a força resultante sobre a válvula. A válvula é feita de um pedaço retangular fino, mas forte, de material não magnético transportando corrente ao longo de suas bordas formando um circuito fechado. O retângulo tem 0,35 centímetros x 1,83 centímetros. A válvula é colocada num campo magnético uniforme de 0,15 T de tal forma que o campo se situa no plano da válvula e é paralelo aos lados mais curtos do retângulo. A região com o campo magnético é ligeiramente maior do que a da válvula. Quando a chave é fechada, uma corrente de 1.7 A entra no lado curto do retângulo, de um lado da válvula e deixa o lado oposto. Para dar gerar correntes através dos fios ao longo dos lados cumpridos da válvula, uma resistência é inserida no fio em cada uma destas faces. O valor do resistor de um lado é duas vezes maior que no outro lado.

((Aluna B inicia lendo a questão e em seguida a aluna A inicia a discussão)).

Aluna C: eu sou a que duvido novamente.

Aluna A: então eu sou a gerente. Vamos lá!.. Primeiro... qual é a frase?

Aluna B: éh::: ... a pergunta vai ser essa “determinar a estabilidade da válvula através do cálculo da força em cada um dos seus lados e a força resultante sobre a válvula.”

Aluna C: ah::: ... antes de mais nada, qual é o esboço?... Vamos fazer o esboço primeiro.

31 **Aluna A:** olhe no papel aqui diz... “visualize os eventos descritos no enunciado do
 32 problema fazendo um esboço”.

33 ((Fazendo referência aos passos))

34 **Aluna C:** então, foi o que eu disse vamos fazer o esboço primeiro.

35 **Aluna A:** então o esboço você vai desenhar... uma válvula...

36 **Aluna B:** como desenha uma válvula?

37 **Aluna A:** uma peça retangular fina! Né não? Qualquer coisa... rrsrrs...

38 Aqui olhe!... na questão diz. “A válvula é feita de um pedaço retangular fino, mas forte,
 39 de material não magnético que tem em volta um fio de condução de corrente ao longo
 40 de suas bordas formando um circuito fechado. O retângulo tem 0,35 centímetros x 1,83
 41 centímetros.” Ao redor ele tem um fio de condução de corrente....Você pinte para dizer
 42 que um fio.

43 **Aluna B:** Aqui assim?

44 **Aluna A:** nas bordas.

45 ((Depois que elas desenharam...))

46 **Aluna A:** será que pode ser assim?

47 **Aluna B:** mulher o que eu conheço por válvula, não é aquele negócio

48 **Aluna A:** válvula de botijão?...

49 **Aluna B:**... tipo assim... quando você puxa a válvula de escape!

50 **Aluna C:** essa válvula não é de botijão.

51 **Aluna A:** é de motor né?! Eu nunca vi!!!

52 **Aluna C:** nem eu!

53 **Aluna A:** mas... tudo bem!

54 **Aluna B:** a gente tem que imaginar!

55 **Aluna C:** o professor tem que fazer algumas perguntas mais femininas para mulheres!
 56 tipo secador de cabelo... nós saberíamos perfeitamente desenhar! Rrsrrsrrsr

57 **Aluna B:** gente olhe... “a válvula é colocada num campo magnético uniforme de tal
 58 forma que o campo se situa no plano”.

59 **Aluna A:** então vai ter um campo magnético aqui... como é que o professor desenha um
 60 campo magnético?

61 **Aluna C:** como é esse fio que ele fala?

62 **Aluna B:** o fio está na volta.

63 **Aluna A:** éh::: ... só para dizer que conduz corrente... que vai conduzir corrente.

64 **Aluna B:** o campo está paralelo aos lados mais curtos do retângulo.

65 **Aluna A:** então desenhe um campo assim... do lado.

66 **Aluna B:** como é que eu vou desenhar um campo?

67 **Aluna A:** mulher é só uma seta.

68 **Aluna B:** “a válvula é colocada num campo magnético uniforme de 0,15 T de tal forma
69 que o campo se situa no plano da válvula e é paralelo aos lados mais curtos do
70 retângulo”.

71 **Aluna C:** então?... é perpendicular a velocidade?

72 **Aluna B:** éh:::.... e é paralelo aos lados mais curtos.

73 **Aluna C:** então isso quer dizer que ele vai ser ali. E o seno vai ser igual a 1.

74 **Aluna A:** gente... já sei!... O campo tem que colocar a seta para indicar a direção.

75 **Aluna B:** então se está paralelo aos lados mais curtos, provavelmente ele vai sair do
76 papel... né não?

77 **Aluna A:** é muito estranho desenhar física...

78 **Aluna B:** não!... estranho é imaginar!

79 **Aluna C:** pois é... também concordo... gente o professor disse que para desenhar a
80 válvula pode se basear nessa figura aqui olhe... ((fazem referência a uma figura do
81 livro))... ela vai ficar girando, abrindo e fechando. ((a aluna C está falando da válvula)).

82 ((Elas fazem uma pausa para lerem o livro, em seguida Aluna B reinicia a discussão
83 lendo a pergunta novamente))

84 **Aluna B:** meninas eu entendi essa parte da válvula como se fosse essa figura do livro
85 ((figura 27.39 pg. 226)) em que na primeira figura está aberto e permitisse a passagem e
86 depois ele fecha.

87 **Aluna A:** ah::: agora eu entendi... assim está aberto... e assim está fechado...
88 ((referindo a figura do livro))

89 **Aluna B:** a gente está querendo saber a respeito do campo magnético não é? o campo
90 magnético se situa no plano da válvula e é paralelo aos lados mais curtos do retângulo.

91 **Aluna A:** o campo vai ser o B é?

92 **Aluna C:** gente vamos chamar o professor para saber se estamos certas...

93 **Aluna B:** vou desenhar parecido com o livro e vamos perguntar ao professor.

94 ((alguns minutos depois))...

95 **Aluna A:** Professor... podemos nos basear nesse desenho?

96 **Professor:** pode sim! Mas vocês tem que ler bem o desenho oh::... olhe... é um
97 retângulo de lados menores e maiores... a corrente entra por um lado menor e sai pelo
98 outro lado menor... tem dois resistores um de cada lado, um paralelo ao outro.

99 **Aluna A:** como é que faz um resistor?

100 ((O professor desenha no rascunho do grupo como é um resistor))

101 **Aluna A:** ah::... Desculpa! eu sabia como é um resistor. ((risos))... Sim... o campo... ele
102 está dizendo que é nas linhas menores, então vai ser nessa aqui?

103 **Professor:** Não... vai ser paralelo aos lados menores.

104 **Aluna A:** então já sabemos como desenhar o campo!

105 **Aluna B:** agora falta a corrente! A questão diz o seguinte: “quando um interruptor é
106 fechado”... então temos que ter outro desenho com interruptor e corrente valendo 1,7 A.

107 **Aluna Ao:** I é corrente.

108 **Aluna B:** ela entra em um lado curto da válvula e sai no lado oposto... vai ter um fio em
109 volta.

110 **Aluna C:** já sei! vai ser assim...

111 ((Aluna C desenha no rascunho o desenho do passo 2))

112 **Aluna B:** gente olhe... na questão diz que o resistor de um lado é o dobro do outro
113 resistor... então aluna C, você coloca $R_1 = a$ e $R_2 = 2a$.

114 **Aluna A:** professor depois venha aqui, por favor!

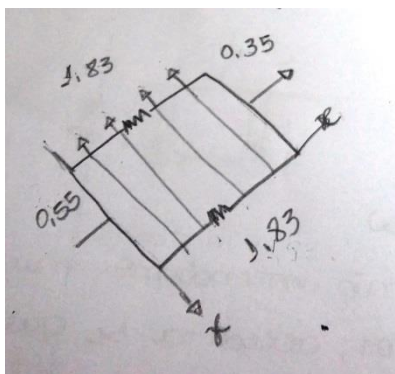
115 **Aluna B:** deixe o professor vir para ver se está certo!

116 **Aluna C:** enquanto ele não vem vamos terminar o passo 1... aluna B escreva aí...
117 “determinar a estabilidade da válvula através do cálculo da força em cada um dos seus
118 lados e a força resultante sobre a válvula”.

119 **Aluna C:** Professor! chegamos até aqui olhe!

120 **Professor:** tá! isso aí é o seu esboço! agora falta o resto.

121 **Aluna B:** deixe-me passar a limpo agora.



122

123 ((alguns minutos depois))...

124 **Aluna C:** A abordagem que iremos usar é a força magnética para uma corrente
125 contínua.

126 **Aluna B:** e a resistência!

127 **Aluna A:** isso mesmo. Agora vamos para o passo 2.

128 **Aluna B:** já fizemos um esboço dos resistores agora falta da força.

129 **Aluna C:** como vamos fazer?

130 **Aluna A:** Olhe! O grupo ali fizeram em campo vetorial, tipo X e Y.

131 **Aluna B:** ah:::: então vamos colocar os sentidos... tipo... o campo é um vetor ai coloca o
132 sentido que ele está... aí coloca aquele X ou O que indica que o campo entra ou sai do
133 papel... vocês lembram?

134 **Aluna C:** ah::: é mesmo.

135 **Aluna A:** tem diferença entre X e O é? X é o que ?

136 **Aluna C:** lembra que o professor disse que é para a gente lembrar-se da flecha? X entra
137 e O sai.

138 **Aluna A:** há::: entendi... não sabia disso.

139 **Aluna B:** a força está para o lado direito ou esquerdo?

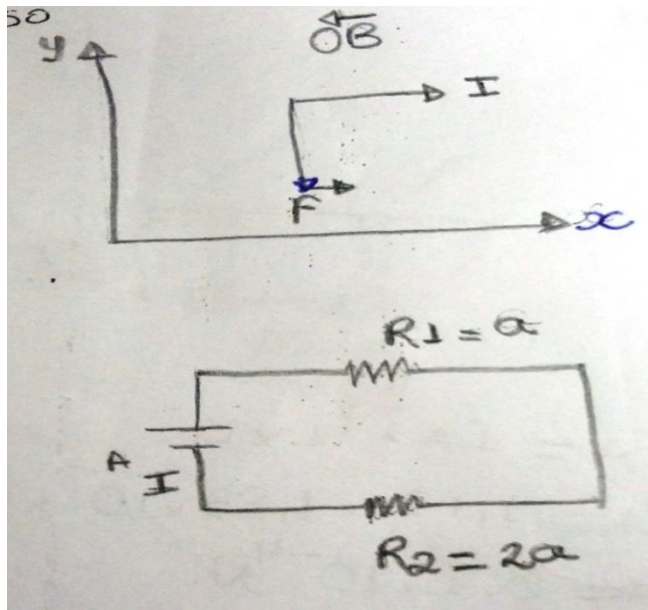
140 **Aluna A:** deixe eu perguntar ao professor?...Professor a gente quer saber se a corrente
141 está para a direita... faça ai regra da mão direita. ((risos))

142 ((O professor gesticula a regra da mão direita)).

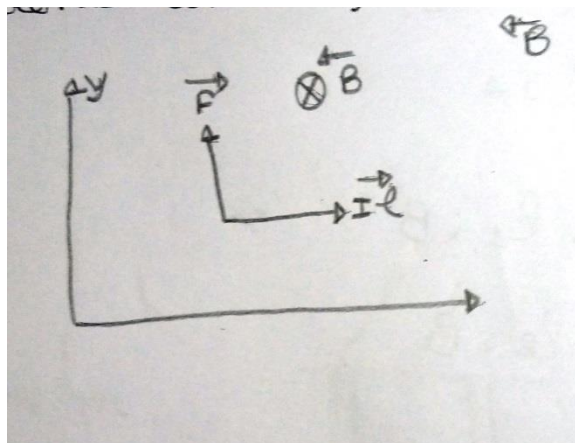
143 **Aluna A:** ah::: então a força está para cima.

144 **Aluna B:** então já sei... vamos colocar as direções da força, da corrente e do campo em
145 x e y... assim olhe.

146 ((Desenho do plano do passo 2)).



147



148

149 **Aluna C:** agora vamos colocar os dados... quando ele diz aqui olhe... o retângulo tem
 150 0,35 cm x 1,83 cm... esses são os valores do lado maior e o lado menor do l... escreva ai
 151 Lisy... nós vamos ter que calcular a força para cada lado. Né?

152 **Aluna B:** isso mesmo.

153 **Aluna C:** ai depois calcula a força resultante que é a soma de todas as outras forças.

154 **Aluna A:** acho que é isso mesmo... mas temos que transformar para metro.

155 **Aluna C:** nós sabemos a corrente que entra e a corrente que sai, mas não sabemos a
 156 corrente em cada resistor.

157 **Aluna B:** é isso que temos que descobrir.

158 **Aluna A:** exato... pois um resistor é o dobro do outro... então terminamos depois né!

159

Transcrição do problema 2

Papéis no grupo colaborativo:

((Elas não decidiram as funções)).

Aluna A

Aluna B

Aluna C

Problema Rico em Contexto:

2) Você está projetando os apoios de uma linha de alta tensão que deverá levar energia elétrica para a cidade a partir de uma barragem. Os dois cabos de cobre que compõem a linha de alimentação funcionarão lado a lado. Cada cabo está suspenso por tiras leves verticais não condutoras, de 80 cm de comprimento, ligadas a postes de concreto. Antes de a corrente ser ligada, as tiras estão penduradas em linha reta para baixo, apoiando os cabos de modo que eles estão separados por 10 cm. Por razões estruturais, os cabos não podem ser separados por mais do que 15 cm ou menos do que 5 cm. Você precisa especificar a corrente máxima que seu projeto vai permitir. Os cabos de cobre que irão ser utilizados têm um peso de 100 N por metro.

((Aluna B inicia lendo a questão)).

Aluna A: vamos para a pergunta chave... ele quer saber qual a corrente máxima que vai passar pelo fio de cobre.

Aluna C: é isso mesmo... vamos tentar fazer o esboço.

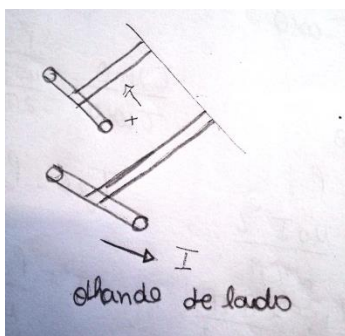
Aluna B: temos que fazer dois cabos primeiro... mas como vamos desenhar esses fios?

Aluna A: eu não sei desenhar isso não.

Aluna C: eles vão estar lado a lado em pé... né não?

((Aluna A desenhou os fios))

- 28 **Aluna C:** eles estariam assim?
- 29 **Aluna C:** éh::: eles estão suspensos.
- 30 **Aluna A:** pelo menos é isso que dá para nós interpretar.
- 31 **Aluna C:** Cada cabo está suspenso por tiras leves verticais não condutoras e estão
- 32 ligadas a postes de concreto.
- 33 **Aluna B:** como é?... ah::: acho que é isso mesmo.
- 34 **Aluna A:** professor! venha ver se esse desenho está indo certo? ... dois cabos de cobre
- 35 pode ser desenhados assim?
- 36 **Professor:** certo! ... dois cabos... a linha de alta tensão são os cabos de cobre.
- 37 **Aluna B:** os cabos estão suspensos por tiras.
- 38 **Professor:** Cada cabo está suspenso por tiras verticais não condutoras.
- 39 **Aluna A:** então o que seria isso aqui! ((fazendo referência ao desenho)).
- 40 **Professor:** gente! vocês tem que pensar que tem que passar tensão nos fios.
- 41 **Aluna B:** ah::: então estamos indo no caminho certo.
- 42 **Aluna C:** cada cabo tem 80 cm.
- 43 **Professor:** vocês tem que desenhar com vista de frente e vista lateral.
- 44 **Aluna C:** desenhe aí *aluna A*!
- 45 **Aluna A:** eu não sei não!
- 46 **Aluna B:** deixe-me desenhar.
- 47 ((Aluna B desenhou a segunda figura do passo 1)).



48

49 **Aluna A:** pronto... vamos para o segundo passo.

50 **Aluna B:** não! ainda falta alguma coisa do passo 1. Olhe ai *aluna A*! O diagrama é no
51 segundo passo... nós fizemos o esboço.

52 **Aluna C:** faltam as ideias físicas que serão utilizadas.

53 **Aluna B:** então a gente vai utilizar a corrente né?! Porque... é o que a gente quer saber.

54 **Aluna A:** olhe... eu acho que agente vai usar a lei de ampère... sabe por que?... O
55 ampère não serve para descobrir a corrente?... que passa por um fio.

56 **Aluna B:** éh::: pode ser!

57 **Aluna A:** eu vou colocar a lei de ampère aqui.

58 ((Elas inicialmente pensaram na lei de ampère, pois o enunciado desta lei diz que ela foi
59 deduzida para o caso especial de fios retilíneos longos e paralelos. Considerando dois
60 fios longos e retilíneos, dispostos paralelamente um ao outro, em um meio de
61 permeabilidade absoluta. Se houver corrente elétrica em ambos, surgirá uma força
62 magnética em cada um deles, pois um se submeterá ao campo magnético criado pelo
63 outro. A lei de ampère determina um campo magnético produzido por uma distribuição
64 de correntes com simetria elevada (SEARS E ZEMANSKY,2009))).

65 **Professor:** pessoal ... lembrem que isso aí é um esboço e depois do esboço vocês tem
66 que colocar a pergunta que vocês querem responder e as ideias físicas.

67 **Aluna A:** meninas vamos voltar para as ideias físicas! Coloco o que mais?... há::: tem
68 que colocar em letras ou em fórmulas?

69 **Aluna B:** tanto faz!

70 ((Elas estão procurando no livro a lei de ampere e outras leis físicas que se adeque ao
71 problema.))

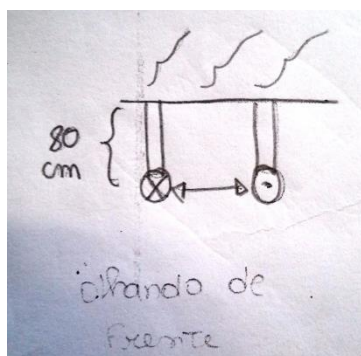
72 **Aluna A:** eu acho que vai usar campo magnético entre dois fios, porque se vai passar
73 corrente, então vai gerar um campo.

74 **Aluna B:** uhnrum ... é.

75 **Aluna C:** meninas... lei de ampère eu acho que não usa não.

76 **Aluna B:** eu também acho que não.

- 77 **Aluna A:** não?!
- 78 **Aluna B:** acho que vamos usar força magnética.
- 79 **Aluna A:** ok! Vou anotar aqui.
- 80 **Aluna B:** vamos usar campo magnético.
- 81 ((Estão lendo o livro à procura de ideias físicas, enquanto o professor tira uma dúvida de
82 outro grupo e desenha o esboço no quadro.))
- 83 **Aluna A:** professor... isso ai é o esboço é?
- 84 ((fazendo referência a figura que o professor fez no quadro.))
- 85 **Professor:** isso é o esboço!
- 86 **Aluna A:** então estamos imaginando errado... ((risos...)) deixe eu desenhar.
- 87 **Aluna B:** em um lado a corrente está entrando e no outro lado está saindo... os cabos
88 estão pendurados em linha reta para baixo em tiras de 80 cm ligadas a postes de
89 concreto e estão separados por 10 cm... então nesse desenho aqui nós estamos olhando
90 de frente para os fios.



- 91
- 92 **Aluna A:** e no outro estamos olhando de lado.
- 93 ((Fazendo referência aos desenhos do passo 1.))
- 94 **Aluna C:** então terá sentidos contrários... aí terá repulsão.
- 95 **Aluna B:** é né?... É!
- 96 **Aluna C:** eles só vão se atrair se as correntes estiverem no mesmo sentido.

97 **Aluna B:** meninas! olhe! Ele quer a corrente máxima né? Então será que nós deveremos
98 encontrar a corrente que passa em um fio depois encontrar a corrente que passa no outro
99 para depois somar... acho que é mais ou mesmo isso.

100 **Aluna C:** sei não....

101 ((todas estão consultando o livro nesse momento.))

102 **Aluna C:** acho que no passo um é só isso aí.

103 **Aluna B:** vamos para o passo 2.

104 **Aluna A:** então... como será o diagrama dessa coisa aqui... ((risos...))

105 **Aluna C:** acho que vai ser parecido com o esboço né não?

106 **Aluna A:** então eu vou desenhar a mesma coisa do passo 1 e depois acrescentamos.

107 **Aluna C:** aí no diagrama você coloca o peso que é de 100N/m.

108 **Aluna A:** e agora?

109 **Aluna B:** professor olhe... eu pensei no seguinte... aqui vai ser mais ou menos como o
110 exemplo que você tinha dado no problema da aula passada né?!

111 **Professor:** hamrãm::

112 **Aluna B:** se a gente supor que tem duas correntes de sentidos contrários... então essa
113 corrente vai estar para a esquerda se a gente for analisar que ela estaria entrando a força
114 estaria saindo né?

115 **Professor:** hamrãm::

116 **Aluna B:** então... elas irão ter forças repulsivas... então a gente poderia utilizar aqui no
117 caso... aquela fórmula para encontrar o campo... a fórmula da força pois são duas
118 correntes aí a gente encontra a força de uma primeiro e depois da outra para depois
119 somar as duas.

120 **Professor:** é! olhe! daqui você quer saber...

121 **Aluna B:** (...) a corrente.

122 **Professor:** isso! a corrente... mas no caso... como essas correntes são iguais ...aqui fica
123 um I ao quadrado né?!

124 **Todas as meninas responderam:** Isso...

125 **Professor:** ótimo... e aí... o que mais?

126 **Aluna B:** esse peso aqui vai interferir em alguma coisa né não?

127 **Professor:** Por razões estruturais, os cabos não podem ser separados por mais do que 15
128 cm ou menos do que 5 cm.

129 **Aluna B:** vixe... não sei não!

130 **Professor:** essa configuração aí olhe... do desenho que eu fiz no quadro, na verdade é
131 com as correntes desligadas né?!!!!!

132 **Aluna B:** certo.

133 **Professor:** se eu ligar a corrente como é que vai ficar o desenho ali.

134 **Aluna A:** como assim.... eu acho que vai mudar.

135 **Professor:** vai mudar como?

136 **Aluna B:** vai ficar ao contrário?... Vai ficar ao contrário né não professor?

137 **Professor:** não.

138 **Aluna B:** se desligado esta daquele jeito, quando liga vai ficar como???

139 **Professor:** desenhe as forças que agem aí nos fios...

140 **Aluna B:** neste aqui?

141 **Professor:** é.

142 **Aluna C:** a força que esta agindo aqui não é só a de repulsão?

143 **Professor:** só? ... Se for só a de repulsão o que é que acontece? ... Eles vão se repelir
144 né?!!!!

145 **Aluna B:** é.

146 **Aluna A:** mas não é isso que a gente quer.

147 **Aluna B:** tem gravidade aqui?

148 **Professor:** Tem ... Tem gravidade.

149 **Aluna B:** mas nós vamos utilizar alguma grandeza com gravidade?

150 **Professor:** desenhe as forças que estão agindo nos fios aí.

151 **Aluna A:** tá...

152 **Aluna C:** pelo o que eu entendi, se as correntes estão com sentidos contrários elas vão
153 se repelir, quando ele ligar os fios vão se separar já que é força de repulsão. Entende?!!!

154 **Aluna B:** como é que vamos desenhar essas forças? ... Melhor... quais são as outras
155 forças? ((risos...))

156 **Aluna A:** e aí gente quais são as forças? ((risos...))

157 **Aluna B:** olhe! Temos a força peso.

158 **Aluna A:** acho que temos que desenhar uma carga assim né não?

159 **Aluna B:** é pronto ... é desse modo ... mais ou menos... a carga indo para esse lado e a
160 outra carga indo para o outro lado... aí a gente vai ter a força repulsiva, a magnética e a
161 peso.

162 **Aluna C:** mas no nosso caso não é a carga é a corrente.

163 **Aluna B:** eu acho que terá só essas forças ...vamos coloque aí, a força peso para baixo,
164 a magnética pros lados.

165 ((todas as meninas ficaram alguns minutos pensando))

166 **Aluna B:** professor... olhe... vai ter a força peso para baixo, a repulsiva e a magnéticas
167 pros lados?

168 **Professor:** se for só essas forças esse corpo vai estar em equilíbrio?

169 **Aluna B:** não.

170 **Professor:** então!

171 ((nesse momento o professor sai e vai tirar dúvida de outro grupo))

172 **Aluna B:** meninas quais são as outras forças?!para ficar em equilíbrio?!!

173 **Aluna A:** gente escute... as meninas ali no outro grupo estão dizendo que vai ter a
174 tração.

175 **Aluna B:** força de tração?

176 **Aluna C:** e::: eu não sei o que é força de tração...

177 **Aluna B:** também não.

178 **Aluna A:** isso é de física A.

179 **Aluna C:** pois eu não lembro não.

180 **Aluna A:** eu acho que tem a ver com as leis de Newton ... o somatório das forças
181 resultantes tem que ser zero ... todo corpo em repouso tende a ficar em repouso e em
182 movimento tende a ficar em movimento ... como o fio está parado o somatório das
183 forças tem que ser zero.

184 **Aluna B:** então vai ter a força de tração aqui para dar zero ... vamos perguntar ao
185 professor.

186 **Aluna A:** professor ! a outra força que vamos utilizar vai ser a força no fio aqui ... é::::
187 a força de tração?

188 **Professor:** isso mesmo.

189 **Aluna A:** uhn::::

190 **Professor:** quando a corrente está desligada quais são as forças?

191 **Todas as meninas:** a força peso e a tração.

192 **Professor:** quando liga a corrente as forças serão as mesmas?

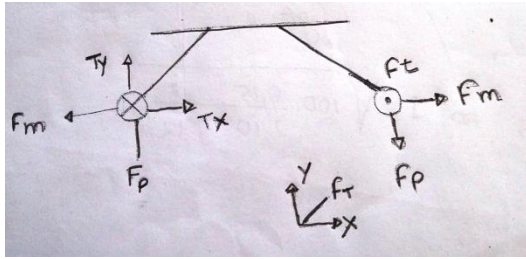
193 **Todas:** não

194 **Professor:** Quais são?

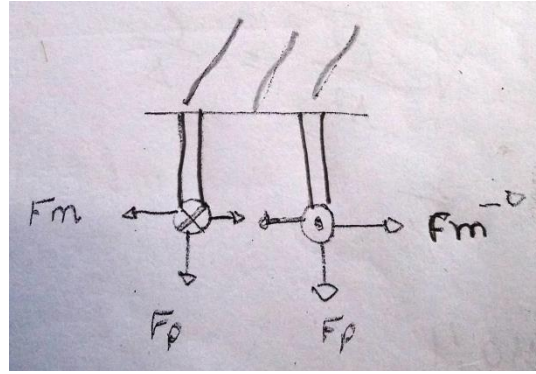
195 **Todas:** a peso vai ser a mesma, a tração é diferente e temos a magnética também.

196 **Professor:** isso mesmo.

197 **Aluna B:** pronto... Desenhe ai Aluna A... ((risos...))



198



199 **Aluna A:** meninas a aula já acabou. ((risos...)) a gente continua depois.

Transcrição do problema 3

Papéis no grupo colaborativo:

Gerente: Aluna A

Escrivã: Aluna D

Cética: Aluna C

Entusiasta: Aluna E

Problema Rico em Contexto:

3) Você está em um emprego de verão trabalhando em uma empresa desenvolvendo sistemas para, em condições de segurança, mover grandes cargas descendo rampas. O sistema de segurança que sua equipe está investigando consiste em uma barra condutora que corre em dois trilhos condutores paralelos que descem a rampa. A barra é perpendicular aos trilhos e está em contato com eles. Na parte inferior da rampa, os dois trilhos são ligados entre si. Um ímã com polos acima e abaixo da rampa cria um campo magnético uniforme vertical. Antes de definir-se um teste de laboratório, você decide calcular a velocidade da barra de deslizamento para baixo da rampa, como uma função da massa da barra, da intensidade do campo magnético, do ângulo da rampa em relação à horizontal, da distância entre os trilhos, e da resistência da barra. Assuma que todos os outros condutores no sistema tem uma resistência muito menor do que a barra.

((Aluna D inicia lendo a questão))

Aluna A: pronto!... vamos ao primeiro passo ... o que é que a gente quer saber ?

Aluna E: ... “a velocidade da barra de deslizamento para baixo da rampa, como uma função da massa da barra, da intensidade do campo magnético, do ângulo da rampa em relação à horizontal, da distância entre os trilhos, e da resistência da barra”.

Aluna D: já escrevi a pergunta chave... “qual a velocidade de deslizamento da barra para baixo da rampa?”

Aluna A: sim ... depois disso nós fazemos um esboço do problema.

30 ((Elas fazem uma pausa para lerem o livro))

31 **Aluna E:** são dois trilhos ... olhe ... tem um esboço parecido no livro na página 315.

32 **Aluna A:** 315?

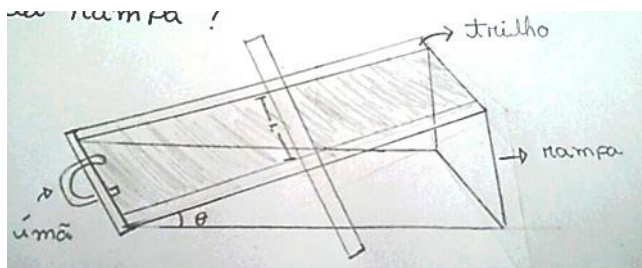
33 **Midiam:** isso.

34 **Aluna A:** uhn::: ... então esse vai ser o esboço ou o esquema do passo 2?

35 **Aluna E:** acho que vai ser o esboço.

36 **Aluna D:** então deixe eu desenhar...

37 ((desenho do esboço))



38

39 **Aluna C:** agora depois do desenho é para escrevermos as ideias físicas que serão usadas
40 no problema.

41 **Aluna D:** então ... teremos campo magnético... o que mais? ... tem força de atrito? ...
42 tem né?

43 **Aluna A:** tem! ... se não tiver força de atrito... não tem o movimento de descer e subir.

44 **Aluna E:** esse sistema vai transportar carga de cima para baixo ou debaixo para cima?
45 ... é descendo! ... diz aqui na questão.

46 **Aluna A:** ah:::

47 **Aluna E:** ela desce com o peso ... o movimento é devido ao peso da carga.

48 **Aluna D:** então ... por isso temos a força de atrito contra a descida.

49 **Aluna A:** então temos também a força peso né não? ... ou não tem nada a ver?

50 **Aluna E:** pior que não sei ... na verdade estou em dúvida.

51 ((Elas fazem uma pausa para lerem o livro))

52 **Aluna D:** e aí gente? ... temos o que mais?

53 **Aluna A:** força magnética vai usar?

54 **Aluna E:** vai né não! quando ele chegar aqui no final ... por que gera a FEM induzida
55 com o campo variando ou com o condutor em movimento ... aí ... aqui no nosso caso
56 temos o condutor em movimento ... descendo.

57 **Aluna D:** mas isso tudo são as ideias físicas?

58 **Aluna E:** é!

59 **Aluna C:** acho que temos é indução eletromagnética ao invés de campo magnético.

60 **Aluna A:** já esqueci o que queremos saber ... ((risos))

61 **Aluna C:** queremos saber qual é a velocidade de descida.

62 **Aluna E:** temos que calcular a “velocidade da barra como uma função da massa da
63 barra, do campo magnético do ângulo da rampa, da distância dos trilhos e da resistência
64 da barra” ... então Aluna D você coloca aí massa da barra.

65 **Aluna A:** mas nesse primeiro passo ele só quer as ideias físicas ... ou seja ... quais são
66 os assuntos de física que vamos utilizar ... isso aí é do segundo passo.

67 **Aluna E:** uhn:....

68 **Aluna A:** vamos pensar ... o que foi que você já colocou aí Aluna D?

69 **Aluna D:** campo magnético, força de atrito, força magnética, indução eletromagnética e
70 condutor em movimento.

71 **Aluna A:** essas ideias físicas responde nossa pergunta?

72 **Aluna D:** não ... falta a massa.

73 **Aluna E:** então ... com a força peso encontramos a massa.

74 **Aluna D:** ah:..... Ok!

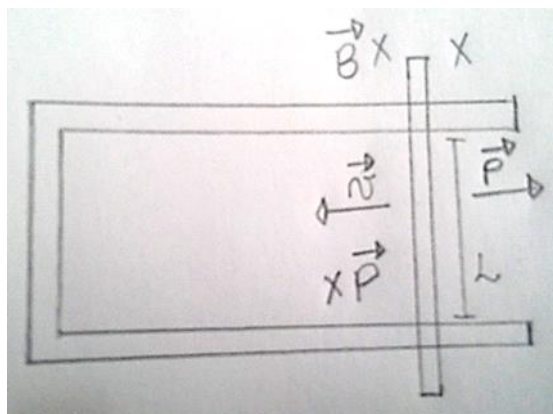
75 **Aluna A:** então vamos para o segundo passo... Né?

76 **Aluna D:** é.

77 **Aluna A:** no segundo passo vamos simplificar o problema ... vamos desenhar o
78 diagrama e escrever as equações ... então vamos escrever as fórmulas físicas que vamos
79 usar.

80 **Aluna E:** é melhor fazer o diagrama primeiro.

81 **Aluna D:** acho que já sei como desenhar o diagrama ... é como se olhássemos de cima e
82 colocamos as forças.



83
84 **Aluna E:** acho que é assim mesmo ... mas está faltando você colocar ai a força peso ...
85 por que a rampa está inclinada e está com carga que tem uma força peso ... aí você
86 coloca a força que está direcionada para baixo.

87 **Aluna D:** não estou entendendo!

88 **Aluna E:** mulher... A força peso é massa vezes aceleração da gravidade que está
89 direcionada para o centro da terra.

90 **Aluna A:** isso mesmo!

91 **Aluna E:** aí nós temos também a componente x e a componente y da força peso.

92 **Aluna D:** ah::::: então no diagrama aqui ... a peso vai estar para dentro do papel.

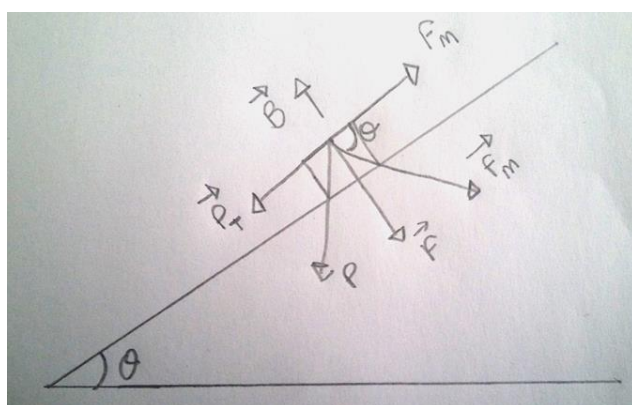
93 **Aluna E:** isso!

94 **Aluna D:** para dentro é o X ou a bolinha?

95 **Aluna A:** para dentro é o x! ... Pronto ... Depois do diagrama, vamos para as formulas
96 físicas.

97 ((Nesse momento todas as integrantes do grupo estão procurando fórmulas no livro)).

- 98 **Aluna E:** Aluna D copie a fórmula da força magnética que é $F = IL \times B$.
- 99 **Aluna D:** ok! ... Vou colocar aqui também a fórmula da força peso.
- 100 **Aluna A:** falta que fórmula?
- 101 **Aluna C:** falta a da corrente elétrica.
- 102 **Aluna D:** e a da velocidade também.
- 103 **Aluna E:** a velocidade a gente vai encontrar através da fórmula da força eletromotriz
- 104 induzida.
- 105 **Aluna C:** ah:::::
- 106 **Aluna D:** então diga aí as fórmulas ... Eu não sei!
- 107 **Aluna E:** escreva aí ... $\varepsilon = v B L$ essa é a fórmula da F.E.M ... a fórmula da corrente eu
- 108 acho que é $I = \varepsilon / R$
- 109 **Aluna D:** pronto! O que mais?
- 110 **Aluna E:** agora vamos fazer o diagrama do corpo livre.
- 111 **Aluna D:** uhn::::: Ok! Acho que sei como fazer.
- 112 ((Nesse momento Aluna D desenhou o diagrama do corpo livre))



- 113
- 114 **Aluna D:** Falta alguma coisa? Coloquei a força peso, a magnética e o ângulo.
- 115 **Aluna E:** falta decompor as forças... Deixe eu fazer isso... Me dê o rascunho para eu
- 116 fazer.
- 117 **Aluna A:** professor! Você quer ver se nós estamos acertando aqui?

118 **Professor:** olha só! Está faltando vocês colocarem ai no diagrama a direção do campo...

119 B está pra onde? Utilize a regra da mão direita.

120 **Aluna E:** está para cima né não?

121 **Professor:** isso!

122 **Aluna A:** pronto galera! Agora vamos para o passo 3.

123 **Aluna E:** então! A força resultante do sistema tem que ser nula então a força magnética

124 tem que ser igual a peso.

125 $F_m = P_t$

126

127 Então: $ILB = m g \sin\theta$ (2)

128

129 Temos que $I = \varepsilon / R$ $\varepsilon = v B L$

130

131 Assim $I = v B L / R$ (1)

132

133 Substituindo (1) em (2) : $\frac{v B L}{R} LB = mg \sin\theta$

134 $\frac{v B^2 L^2}{R} = mg \sin\theta$

$$v = \frac{m g \sin\theta R}{B^2 L^2}$$

135 **Aluna A:** pronto! vamos perguntar ao professor se está certo... Professor! veja se o

136 nosso está certo.

137 **Professor:** bom! A resposta está coerente, mas vocês sabem me explicar como vocês

138 chegaram nessa fórmula?

139 **Aluna A:** a gente sabe fazer mas não sabemos explicar direito... ((risos))

140 **Professor:** Aluna E porque a força magnética é igual a força peso?

141 **Aluna E:** por que a força resultante do sistema é nulo?!

142 **Professor:** sim! mas é também porque iremos saber a velocidade atingida quando a
143 força magnética equilibra a componente tangencial do peso.

144 **Aluna A:** ah:::: ... entendi!

145 **Aluna E:** então podemos ir para o passo 4?

146 **Professor:** pode sim! Agora vocês vão conferir as unidades para ver se tem sentido o
147 que vocês estão fazendo... Verifica se realmente a velocidade vai ser diretamente
148 proporcional a essas grandezas, aí você pode concluir.

149 **Aluna E:** verificar se a velocidade...

150 **Professor:** verificar se essas unidades dão a unidade de velocidade (m/s)... Se der,
151 significa que vocês podem estar certas, se não der significa que vocês estão erradas.

152 **Aluna E:** uhnrum::

153 **Professor:** Bom! Podendo estar certa verifica, já que não vai ter números, verifica se
154 tem sentido. Se aumentar a massa realmente vai aumentar a velocidade, se aumentar a
155 resistência realmente vai aumentar a velocidade, se aumentar o ângulo vai aumentar a
156 velocidade, se aumentar o comprimento ou o campo vai diminuir a velocidade. Se isso
157 aí tem sentido.

158 **Aluna E:** mas não é para testar com valores não né?

159 **Professor:** não! ... Vocês tem que aprender o que é grandeza diretamente proporcional e
160 inversamente proporcional... Na verdade já deveriam saber! ... Então! Testem as
161 unidades, verifiquem se tem sentido, discutam isso, aí termina.

162 **Aluna E:** professor, se eu aumentar a resistência vai aumentar a velocidade é?

163 **Aluna D:** vai diminuir né não?!

164 **Professor:** gente essa resistência aí não é atrito! O que é resistência aí? ... Se eu
165 aumentar a resistência o que acontece?

166 **Todas:** diminui a corrente.

167 **Professor:** se eu diminuir a corrente o que acontece com a força?

168 **Todas:** diminui.

169 **Professor:** não é a força que está puxando para trás? ... Se eu diminuir a força a
170 velocidade vai aumentar ou diminuir?

171 **Todas:** vai aumentar.

172 **Professor:** então se eu aumentar a resistência...

173 **Todas:** vai aumentar a velocidade.

174 **Professor:** estão vendo que isso tem sentido! Vocês tem que pensar assim ... Testem as
175 unidades, façam as considerações e pronto!

176 **Aluna A:** pronto gente vamos lá!!!

177 ((Nesse momento elas não discutiram a Aluna C fez a conferência das unidades))

$$178 \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{V}{A}}{m^2 T^2} \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{V}{A}}{\frac{m^2 N^2}{A^2} m^2} \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{J}{C}}{\frac{N^2}{A}}$$

$$179 \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{J}{C}}{\frac{N^2}{\frac{C}{s}}} \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg \frac{m}{s^2} \frac{J}{C}}{\frac{N^2 s}{C}} \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg m j c}{N^2 s^3 c}$$

$$180 \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg m N m}{N^2 s^3} \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg m^2}{N s^3} \quad \frac{m}{s} = \frac{Kg m^2}{\frac{Kg m}{s^2} s^3}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{m}{s}$$

181 **Aluna A:** falta explicarmos como chegamos no passo 3.

182 **Aluna D:** diga aí Aluna E que eu vou escrevendo.

183 **Aluna E:** então vamos lá... eu acho que é assim ... Para chegarmos na equação desejada
184 utilizamos a 1ª lei de Newton que diz que para a velocidade ser constante a força
185 resultante é igual a zero e depois foi construído o diagrama do corpo livre, onde
186 descobrimos que as componentes da força magnética e da peso são iguais. Porém, antes
187 de chegarmos na 1ª lei de Newton usamos a equação da força eletro motriz em função
188 do comprimento e da velocidade perpendicular ao campo.

189 **Aluna C:** no quarto passo você coloca assim Aluna D ... O problema não trouxe valores
190 numéricos, o quer impossibilita realizar cálculos diferentes dos realizados
191 anteriormente.

192 **Aluna D:** falta o passo 5 .

193 **Aluna A:** no passo 5 nós vamos avaliar se a resposta está coerente.

194 **Aluna E:** então coloque assim Aluna D ... Analisando as fórmulas do passo 2,
195 concluímos que $v = \frac{m g \sin \theta R}{B^2 L^2}$ o produto de $m g \sin \theta R$ é diretamente proporcional a
196 velocidade e o produto de $B^2 L^2$ é inversamente proporcional. Logo a expressão
197 encontrada está aceitável.

198 **Aluna A:** pronto! Terminamos! Ufa!